N° 1 15 JANVIER 1937

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

A propos de la publication de la Bibliographie analytique des travaux scientifiques en langue hongroise.

La Science est, par sa nature, universelle et éternelle. Résultant des efforts continus de l'humanité, elle est le bien commun de tous les hommes passés, présents et à venir. Plus que l'art dont les manifestations reflètent toujours une civilisation particulière ou les anciennes traditions d'un peuple, elle est indépendante des races et des frontières. Elle est aussi, en quelque mesure, indépendante du temps, puisque le but qu'elle poursuit qui est d'expliquer et de faire comprendre n'est pas tel qu'il puisse être jamais complètement et intégralement atteint. De nouvelles découvertes se font, de nouveaux faits s'établissent qui obligent à de nouvelles synthèses, et ainsi, bien que la Science progresse, se trouvent sans cesse remis en discussion les principes que nous croyions jusqu'alors les plus solidement acquis.

De là résulte, pour tous ceux qui travaillent aux progrès de la Science, la nécessité de ne rien ignorer de ce qui se fait et de ce qui se découvre dans le champ particulier de leurs investigations. Et leur tâche à cet égard, qui est et reste toujours laborieuse, est devenue, à notre époque d'activité scientifique particulièrement intense, extraordinairement difficile. Des contacts intellectuels qui se multiplient résulte la multiplication des foyers de recherches. Dans tous les pays, il s'en crée de nouveaux dont chaque jour l'importance s'affirme davantage. Des milliers d'étudiants et de chercheurs venant de toutes les parties du monde fréquentent aujourd'hui les grandes Universités et les grands établissements scientifiques de l'Europe et de l'Amérique. Rentrés dans leurs pays, ils font école, parvenant même à créer, grâce à l'aide qu'ils savent obtenir de leurs gouvernements, des centres de recherches sur le modèle de ceux qu'ils ont connus, et, ces centres deviennent rapidement de nouveaux foyers de découvertes.

Mais il arrive que beaucoup de travaux, et quelques-uns d'une importance capitale, issus de ces écoles et de ces établissements nouveaux sont publiés dans des langues qui ne peuvent être ni même devenir familières aux peuples d'origine latine ou germanique.

C'est justement le cas des travaux qui s'effectuent en Hongrie. Certes, beaucoup des mémoires scientifiques qui rendent compte des résultats de ces travaux paraissent en français, en italien, en anglais ou en allemand dans des Revues qui assurent leur large diffusion dans le public scientifique; mais ne serait-ce que pour des raisons de facilité, de nombreux savants hongrois publient dans leur langue nationale. Et il en résulte alors que le contenu de leurs mémoires risque d'échapper complètement à la très grande majorité des savants français, italiens, anglais ou allemands.

C'est pour remédier à cet inconvénient que l'Association nationale des Sociétés et Institutions scientifiques de Hongrie a entrepris de donner chaque année, comme supplément à la Revue des Etudes hongroises, une bibliographie analytique des travaux scientifiques écrits en hongrois. Ces analyses, comme d'ailleurs toutes les analyses, ne peuvent avoir la prétention de remplacer complètement le travail scien-

tifique qu'elles résument, mais au moins elles le signalent à l'attention, en font ressortir les traits essentiels, en donnent les conclusions principales; et, ainsi, bien informés, les chercheurs que la question intéresse font l'effort nécessaire pour se mettre en contact avec le texte original et intégral, entrent s'il en est besoin en relations avec l'auteur, et, peuvent même lui fournir quelquefois, s'il le désire, la possibilité de mieux faire connaître ses travaux par la voie d'un grand périodique étranger.

Une bibliographie semblable des travaux littéraires hongrois paraît également chaque année dans les même conditions.

Et je me suis laissé dire qu'à la Revue des Revues littéraires et scientifiques hongroises s'ajouterait prochainement une Revue des Revue des langues finno-ougriennes. Le but poursuivi se trouvera ainsi rempli d'une manière encore plus complète, au grand profit de tous les savants.

Cette publication à laquelle l'Académie des Sciences de Hongrie a accordé son haut patronage répondait à une impérieuse nécessité. On s'en rend compte quand on considère la très grande part que le peuple hongrois a prise et continue plus que jamais de prendre au développement de la Science universelle, et, aussi, quand on observe qu'il n'est guère de grands problèmes scientifiques auxquels ne se trouvent attachés des noms de savants hongrois.

Aucun mathématicien et aucun philosophe n'ignore que c'est le Hongrois Bolyai qui émit le premier, bien avant le Russe Lobatchewsky et l'Allemand Gauss, la conception d'une géométrie non euclidienne.

On sait aussi qu'à la base de la théorie de la relativité sont les expériences d'un grand physicien hongrois, Lorand Eötvös.

Mais, si aucun médecin n'ignore que c'est surtout grâce à Semmelweiss que nous connaissons aujourd'hui la nature et la cause de la fièvre puerpérale, en est-il beaucoup, dans l'Europe occidentale, qui savent que c'est dans un mémoire du début du XVIII[e] siècle signé d'Etienne Veszprémi que se rencontre la première idée de l'immunisation, et, que c'est un médecin hongrois, Raymann, qui employa le premier la vaccination en 1717, quatre ans avant les médecins anglais? Personne ne l'ignorerait sans doute si la publication de l'Association des Sociétés et Institutions scientifiques de Hongrie avait existé de tout temps.

Le présent scientifique de la Hongrie n'est que la continuation de son passé. Dans les Congrès scientifiques internationaux, ses savants jouent un rôle de premier plan. Elle a de grands physiciens comme Lénard à qui ses recherches sur les rayons cathodiques ont valu un prix Nobel en 1905, de grands chimistes comme Richard Zsigmondy qui reçut également un prix Nobel en 1925 pour ses travaux sur les Colloïdes, de grands physiologistes comme Adalbert Szent-Györgyi dont sont bien connues les recherches fondamentales sur les vitamines, de grands anatomistes comme François Kiss dont, je suis fier de pouvoir le dire, les premières recherches sur le système nerveux sympathique ont été effectuées en partie dans mon laboratoire, et, qui a fondé, d'abord à Szeged, puis, à Budapest une des plus brillantes écoles anatomiques de l'Europe. On peut dire du Professeur François Kiss qu'il a écrit le dernier chapitre qui restait à faire de l'anatomie humaine ouvrant ainsi à la Physiologie et même à la Médecine des horizons inattendus.

Pour bref qu'il soit, cet aperçu me paraît démontrer surabondamment de quelle grande utilité deviendra, en nous rendant plus accessible les résultats de si splendides efforts, l'œuvre entreprise par l'Association des Sociétés et Institutions scientifiques de Hongrie.

En choisissant notre langue pour écrire leur Bibliographie analytique non seulement les savants hongrois ont rendu, je crois, un hommage à la Science française, mais ils ont tenu aussi à affirmer, j'en suis persuadé, la solidité des liens intellectuels qui unissent nos deux pays. Qu'on me permette enfin d'exprimer, en terminant, combien je suis sensible, au très grand honneur que m'ont fait les organisateurs de cette œuvre en me chargeant d'en faire ressortir aux yeux du public l'importance et le grand intérêt.

R. ANTHONY,
Professeur au Muséum nationa
d'Histoire naturelle.

REVUE DE GÉNÉTIQUE

LES MUTATIONS LÉTALES

> ... Les mécanismes biologiques étant à la fois d'une délicatesse et d'une complexité merveilleuses, nous n'arrivons à les pénétrer qu'en les examinant dans une série de cas exceptionnels, où leur perfection habituelle est en défaut, ce qui revient à les démonter ou au moins à en isoler quelques éléments.
>
> Maurice Caullery.

A côté des gènes régissant la transmission des particularités morphologiques caractéristiques d'une race, d'une espèce, etc. (couleur de la robe, longueur des oreilles, couleurs des yeux, structure des ailes, etc.), il existe d'autres gènes déterminant des manifestations d'ordre physiologique. Certains de ces gènes ont la faculté de compromettre la vitalité de l'organisme; *ils sont désignés sous le nom de gènes létaux*.

Un gène *létal* (du latin *letalis*, mortel) tue l'individu qui le porte, à moins que son influence nocive ne soit corrigée par la présence d'un gène allélomorphe normal. Par conséquent, les homozygotes porteurs d'un caractère létal, ne sont pas viables, et ces gènes ne peuvent survivre qu'à l'état d'hétérozygotie. Ordinairement l'allélomorphe normal accuse une dominance plus forte que le gène muté correspondant. En outre les individus hétérozygotes porteurs du gène muté dominant présentent des altérations morphologiques moins prononcées que les homozygotes correspondants.

Les manifestations létales peuvent dépendre de deux causes : si le gène normal subit une mutation, nous nous trouvons en présence d'une mutation létale factorielle; s'il se produit, au cours de la méiose, des aberrations chromosomiques, nous sommes en présence d'une mutation létale d'ordre chromosomique. Les aberrations chromosomiques entraînant la létalité, peuvent être d'ordre différent : après la réduction chromosomique il peut se produire un certain nombre de modifications dans le stock chromosomique normal : l'existence d'un chromosome supplémentaire (*non disjonction*), la disparition d'un chromosome (*elimination*) ou d'un fragment de chromosome (*deficiency, depletion*), enfin le transport d'un fragment de chromosome sur un autre chromosome (*translocation*).

Il faut distinguer les gènes létaux des gènes sublétaux. Cette distinction est difficile à déterminer ; elle peut être basée sur le fait que l'action des gènes létaux se manifeste en tuant l'individu qui en est porteur pendant la vie embryonnaire, tandis que les effets nocifs des gènes sublétaux ne se réalisent que plus ou moins tard après la naissance.

On divise les gènes létaux en deux catégories (Morgan, Muller et Mohr), suivant la phase pendant laquelle leur action néfaste s'exerce : 1° gènes létaux gamétiques ou goniques et 2° gènes létaux zygotiques.

Les premiers entraînent la mort à la phase de gamète haploïde, les seconds — après la fécondation — à la phase diploïde. La plupart des gènes létaux gamétiques connus sont relatifs à des plantes, la phase haploïde y étant suffisamment prolongée pour que l'action néfaste du gène létal ait le temps de se manifester. Dans le règne animal, les gènes létaux connus sont tous zygotiques et tuent les fœtus à un stade déterminé du développement embryonnaire.

L'Hyménoptère *Habrobracon brevicornis* (Whiting, 1921) présente jusqu'à ce jour la seule exception que l'on connaît. On sait que les mâles de cet insecte se développent parthogénétiquement et sont haploïdes.

Or, ceux d'entre eux qui devraient avoir les yeux de couleur orange sont tués par l'action d'un gène létal lié à ce caractère, pendant leur transformation en chrysalide, par suite de l'inaptitude des larves à élaborer le cocon.

Les gènes létaux sont toujours récessifs (l) et ils se trouvent étroitement liés (*closely linked*) à des gènes régissant les manifestations de certains caractères (A). Les caractères sont dominants dans la majorité des cas (Al) mais parfois ils peuvent être également récessifs (al). Si l'on désigne par

L l'allélomorphe du gène létal *l*, le croisement entre hétérozygote, seuls viables, donne les proportions suivantes :

1° $AaLl \times AaLl = 1\ AAll : 2\ AaLl : 1\ aaLL$. Mais les hétérozygotes dominants (*AA ll*) périssent et la ségrégation donne en réalité, 2 *anormaux* (hétérozygotes) : 1 normal (homozygote récessif). Dans le cas où le gène létal 1 est lié à un gène récessif *a*, on a : 2° $AaLl \times AaLl = 1\ AALL : 2\ AaLl : 1\ aall$. Les homozygotes récessifs (*aa ll*) sont supprimés, la progéniture réelle sera composée, génétiquement de 2 hétérozygotes pour 1 normal (homozygote dominant) mais phénotypiquement tous ces descendants seront normaux. Dans ce dernier cas la mutation est difficile à discerner. L'un des indices importants permettant de discerner cette mutation consiste en la baisse sensible du nombre de petits par portée. Dans ce cas, la dissection des utérus gravides peut nous rendre service, puisque on y trouve généralement un quart d'embryons abortifs. En cas d'action sublétale, un quart des sujets périssent peu de temps après la naissance. Un certain nombre de mutations récessives létales sont liées au sexe. En effet : le dénombrement des mâles et des femelles, au lieu de donner la proportion 1 : 1, donnera la proportion 2 : 1, ce qui indique que la moitié du nombre de l'un des sexes (ou un quart du nombre total) fait défaut.

Enfin on trouve des mutations létales caractérisées par le fait que les mutants de nature hétérozygotique se reproduisent sans ségrégation. Ce phénomène s'explique par la présence de gènes « létaux compensés » (= *balanced lethals*), c'est-à-dire par l'appartition d'un nouveau gène létal récessif (sans manifestation morphologique) dans le chromosome homologue de celui où se trouve le gène létal caractéristique de la mutation en question ; il en résulte que les deux groupes d'homozygotes (dominants et récessifs) font défaut.

D'une façon générale les mutations létales sont difficiles à constater. Cependant, elles peuvent être établies avec certitude parmi les plantes cultivées dans les stations agricoles, chez les animaux domestiques et les animaux de laboratoire, puisqu'ils sont soumis à l'observation constante de l'homme.

Nous nous bornerons, dans les pages qui vont suivre, à décrire en détail les mutations létales surgissant chez les oiseaux et les animaux de laboratoire tels que rat, lapin, cobaye et souris.

Oiseaux.

Il existe deux races de canaris rares et fort appréciées des amateurs : les canaris huppés et les canaris blancs. Ces deux sortes de canaris sont toujours hétérozygotes, porteurs du gène létal. En effet, Duncker (1928) a démontré que le croisement de deux hétérozygotes huppés (*Hh*) a donné 157 *huppés* et 76 *non huppés* ; par conséquent, la ségrégation est du type 2 : 1. Le croisement *huppé* × *non huppé* a donné 385 *huppés* et 353 *non huppés*, la ségrégation étant ici du type 1 : 1. Les croisements de canaris blancs (*Ff*), effectués par le même auteur ont donné 39 *blancs* et 16 *non blancs*, soit la proportion 2 : 1 ; par contre, le croisement *blanc* × *jaune* a donné 127 blancs et 125 jaunes, soit la proportion 1 : 1.

Chez les poules il a été décrit jusqu'à présent 5 mutations létales :

1° Poules de la race *White Wyandottes*.

Dunn (1923) a constaté que les Wyandottes blancs sont porteurs du gène létal. La létalité ne peut être discernée que par le rétrocroisement d'un hétérozygote mâle (issu d'un croisement blanc × noir) avec une femelle blanche. Dans ce cas la ségrégation est du type 2 *noirs* : 1 *blanc*, au lieu d'être 1 : 1, ce qui indique que la moitié des blancs périssent.

2° *Congenital loco*.

On rencontre des poussins tombant à la renverse par suite d'une anomalie des pattes et de la tête. Knowlton (1929) a démontré que cette anomalie est une mutation récessive et sublétale. En effet, les croisements d'hétérozygotes *inter se* ont donné 146 poussins atteints de la dite anomalie sur 607 poussins normaux, soit la proportion 1 : 3.

3° *Creeper ou Scots Dumpie*.

Creepers ou Scots Dumpie sont des poules à courtes pattes qui ne se perpétuent qu'à l'état d'hétérozygotie, puisque croisées entre elles, elles donnent la proportion de 2 *creepers* pour 1 *normal*. Dunn et Landauer (1930) ont démontré que dans le croisement *creeper* × *creeper*, 28 % des embryons meurent dans l'œuf au cours des six premiers jours de l'incubation, tandis que pendant cette période dans le croisement *creeper* × *normal* la mortalité n'est que de 4 %. Ainsi, dans le premier cas, 25 % d'homozygotes environ périssent.

4° *Stickiness*.

Cette anomalie se traduit par le ramollissement des os. Byerly et Jull (1932) estiment qu'il s'agit d'une mutation récessive liée à un effet sublétal.

5° *Congenital palsy*.

Hutt (1932) a décrit un tremblement plus ou moins accentué atteignant les poussins dès leur

naissance. Les plus gravement atteints meurent au bout de 8 jours, les autres vivent rarement plus de 3 mois. Etant donné que deux poussins ont pu être élevés jusqu'à leur maturité, on peut supposer qu'il ne s'agit pas ici d'un caractère sublétal proprement dit, mais d'un caractère récessif simple.

Les rats et les lapins ne semblent pas être susceptibles de produire des mutations d'origine létale. Toutefois, King (1921) Long et Evans (1922) chez les rats, Briedl, Peters et Hofstatter (1921) Hammond (1914, 1921) chez les lapins signalent l'existence d'embryons abortifs.

Cobaye.

Jusqu'à présent trois mutations létales ont été signalées.

Cole et Ibsen (1920) ont décrit une maladie nerveuse congénitale sûrement due à un facteur sublétal.

Wriedt et Eaton (1923) ont signalé les sujets morts nés avec anomalie de la tête laissant présumer l'existence de facteurs létaux compensés.

Strandskov (1932) signale dans une lignée maintenue par Wriedt en *inbreeding* depuis 23 générations que l'irradiation des mâles diminuait nettement le nombre de petits par portée proportionnellement à la dose, mais, cette diminution ne s'est pas étendue aux générations ultérieures; il a trouvé en outre deux monstres hydrocéphales à la première génération et quatre à la seconde plus un cas de duplicature du pénis. Il s'agit ici très probablement d'une manifestation létale.

Souris.

1° *Souris jaunes (Aj).*

Le phénomène de létalité a été découvert par Cuénot (1905, 1908) chez la Souris jaune (Aj)[1].

Cet auteur a fait croiser *inter se* 81 souris jaunes, dont tous les parents étaient eux-mêmes jaunes depuis plusieurs générations. La ségrégation a eu lieu ce qui prouve qu'aucun des progéniteurs n'était homozygote. Etant hétérozygote et le caractère étant dominant, ces souris jaunes devraient donner une ségrégation d'après la formule mendélienne 1 : 2 : 1, soit phénotypiquement 3 *jaunes pour* 1 *non jaune*; or, les proportions furent 75 % de jaunes et 27,5 de non jaunes. Cuénot explique l'absence des homozygotes, dans ce cas, par l'impossibilité de la copulation entre gamètes renfermant tous deux le gène de la coloration jaune. Les ovules ayant ce gène ne seraient pas fécondés par les spermatozoïdes de même composition génétique, et le seraient par les spermatozoïdes exempts de ce gène. Ceci expliquerait (le jaune dominant toutes les autres colorations) l'excès des hétérozygotes jaunes qu'il avait obtenu comme résultat de ces croisements.

Castle et Little (1910), Little (1911), Miss Durham (1908, 1911), Dunn (1916) et Plate (1918) ont entrepris à leur tour l'étude génétique de la transmission héréditaire du caractère *jaune* chez la Souris. Les souris jaunes accouplées entre elles, ont à nouveau donné une descendance composée de deux classes : *a*) descendants à robe jaune et *b*) descendants d'autres couleurs. En totalisant les résultats obtenus par ces auteurs et en y ajoutant ceux de Cuénot, on trouve, sur un total de 2.950 individus : 1.966 à robe jaune et 984 individus d'autres couleurs, soit les proportions 2 : 1 (2 individus jaunes pour 1 individu d'une autre couleur). Cette suppression du groupe homozygote dominant jaune dans la formule normale 1 : 2 : 1 a permis aux auteurs de conclure que la mutation dominante « robe jaune » est létale et que les homozygotes dominants (un quart du nombre total des descendants) périssent par suite de l'action néfaste du gène létal.

Afin d'établir si les homozygotes jaunes déficients existent réellement, et à quel moment ils périssent, Kirkham (1916, 1917, 1919) et Ibsen et Steigleder (1917) ont procédé à la dissection des utérus gravides, après des croisements de souris jaunes entre elles; ils ont obtenu, au total, 447 embryons dont 120 abortifs, soit approximativement 1 embryon abortif pour 3 embryons viables c'est-à-dire la proportion prévue par la théorie. Les embryons abortifs, d'après Kirkham (1919), cessent de vivre au moment de la fixation de la blastula à la paroi utérine. Kirkham, Ibsen et Steigleder signalent également la présence d'embryons abortifs dans les utérus gravides de souris après les croisements *jaune* × *non jaune* et même *non jaune* × *non jaune*, mais dans une proportion très minime, ce qui doit relever d'autres causes.

De l'ensemble des recherches des auteurs cités ci-dessus, il ressort que la coloration jaune est régie par un gène dominant et l'effet létal par un gène récessif. Les homozygotes dominants existent dans les utérus gravides, mais ils meurent à l'état de zygotes par suite de l'effet du gène létal.

D'autre part, Danforth (1927) a trouvé, chez les souris jaunes parvenues à un certain âge, une obésité héréditaire, régie par le même facteur que la coloration jaune.

1. Il existe une autre mutation (souris à robe jaune) phénotypiquement semblable mais récessive.

2° *Souris panachées*
(panachure dominante, W).

Un autre caractère létal (ou plutôt sublétal) a été trouvé en connexion avec une panachure dominante (W), *white black eyed* (LITTLE 1915, Sô et IMAÏ[2] (1919), KEELER, 1932, etc.). Ces auteurs ont obtenu, en croisant 2 souris panachées, au total, 529 individus, dont 344 (65,2 %) panachés et 185 (34,8 %) non panachés, soit la ségrégation du type 2 : 1, caractéristique de la létalité. Cette panachure ne se perpétue donc qu'à l'état hétérozygote.

DETLEFSEN (1923), en procédant aux croisements *panachés* × *panachés* a constaté que les petits d'une même portée ont un aspect différent : les uns sont plus pâles (*bloodless*) et parfois, plus petits, alors que les autres sont d'un aspect normal. DETLEFSEN a remarqué que la mortalité au cours des trois premiers jours, parmi les petits obtenus après ce type de croisement, est plus élevée que dans les autres lignées, et que cette élévation de mortalité se produit aux dépens des individus plus pâles. Ceci porte à croire que les individus pâles (*bloodless*) sont homozygotes panachés et qu'ils disparaissent par suite de l'effet létal.

DE ABERLE (1925-1927) a trouvé également que les croisements *panaché* × *panaché* donnent des petits exsangues. L'examen du sang de ces petits à l'hémoglobinomètre de Fleischel accuse 22,66 % d'hémoglobine, celui des normaux 103 % ce qui prouve que les exsangues (*bloodless*) sont en réalité très anémiés. Ils peuvent vivre, d'après l'auteur, pendant un certain temps (de quelques secondes à 8 jours), mais aucun n'a pu être amené à l'état adulte. L'auteur a obtenu dans ces croisements *panaché* × *panaché*, au total 500 petits, dont 425 individus d'aspect normal et 75 anémiés (15 %). Les croisements entre panachés et non panachés ont donné 185 petits, sans un seul anémié. De là ressort que les individus anémiés sont homozygotes ; l'infériorité du pourcentage (15 % au lieu de 25 %) est due probablement à ce qu'un certain nombre de fœtus meurent dans l'utérus, ou qu'ils sont mort-nés et dévorés par la mère avant de pouvoir être recensés.

Pour vérifier laquelle des deux alternatives était juste, DE ABERLE a procédé à la dissection des utérus gravides. Elle a trouvé, après les croisements *panaché* × *panaché*, sur 270 embryons, 211 viables et 59 abortifs (21,85 %) ; parmi les 211 individus viables, 52 étaient anémiés (24,64 %) et 159 d'aspect normal. Les croisements *panaché* × *non panaché* ont donné au total 102 embryons sur lesquels 79 individus viables et 23 abortifs (22,5 %). Il est à remarquer qu'il n'y avait aucun fœtus anémié parmi les viables.

Il résulte, semble-t-il, de ce qui précède que les anémiés sont bien des homozygotes panachés (faisant défaut dans le croisement *panaché* × *non panaché*) et qu'ils meurent au cours des premiers jours après la naissance, sous l'influence de gènes létaux. L'anémie qui cause la mort, se développe à partir du 16e jour de la vie intra-utérine. Le pourcentage des anémiés est de 25 % du nombre total des petits. La présence des embryons abortifs dans les deux types de croisements précités porte l'auteur à croire que les souris panachées possèdent encore une autre mutation létale dont l'aspect somatique n'est pas connu. Il s'agit là, très probablement d'une mutation récessive.

2. On rencontre également une panachure récessive (*Piebold*).

3° *Atrichosis (N et hr).*

Un troisième caractère létal ou sublétal a été trouvé et étudié par LEBEDINSKY et DANVART (1927). Ce caractère est associé à l'*atrichosis* (peau nue). Dans une lignée de souris normales, les auteurs ont obtenu un jour une femelle demi-nue. Croisée avec un mâle normal, elle donna 9 petits normaux et 4 demi-nus. Ainsi ce caractère s'est montré héréditaire dès la première génération. Les auteurs ont procédé depuis à différents types de croisements : 1° *demi-nus* × *normaux* donnèrent en 160 portées, 1068 petits dont 560 *demi-nus* et 508 normaux, soit très approximativement, une ségrégation 1 : 1, les demi-nus sont par conséquent hétérozygotes ; 2° *demi-nus* × *demi-nus* ont donné, en 78 portées, 420 petits dont 38 *nus*, 256 *demi-nus* et 126 *normaux*. Cette répartition des descendants indique par rapport aux proportions 1 : 2 : 1, un déficit d'individus *nus*, ce qui est probablement dû à l'effet d'un facteur sublétal lié à la nudité de la peau. Les auteurs, ont réalisé une deuxième série de croisements *demi-nus* × *demi-nus* ; cette fois ils ont obtenu en 54 portées 275 petits, dont 182 *demi-nus* et 93 *normaux*. Par conséquent, la ségrégation est ici du type 2 : 1 et les homozygotes nus sont probablement tués pendant la vie intra-utérine par l'action létale du facteur *nu*. Il faut distinguer cette maladie dominante de la mutation récessive sublétale décrite par SUMNER (1924), BROOKE (1926), CREW et MIRSKAÏA (1931).

4° *Queue courte ou absente.*

Un quatrième caractère létal a été trouvé en connexion avec l'absence ou le raccourcissement de la queue (T).

[LANG, 1912-1914, DUBOSCQ, 1922 et DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1927].

Pour la première fois cette mutation a surgi dans un élevage du préparateur Alfred NAEGELI sous la forme d'un mâle brachyoure. LANG (1912-1914) a procédé à 3 types de croisements entre les représentants de cette lignée : 1° *normaux* × *normaux* ont donné exclusivement des sujets normaux (182); 2° *normaux* × *anormaux* ont fourni 251 *anormaux* et 268 *normaux*, soit la ségrégation 1 : 1; les anormaux à queue courte ou absente sont par conséquent des hétérozygotes; 3° *anormaux* × *anormaux* ont donné 197 *anormaux* et 155 *normaux*. Ainsi, la ségrégation se rapproche en apparence bien plus de la proportion 1 *anormal* : 1 *normal* que de la proportion 2 *anormaux* : 1 *normal*.

DUBOSCQ (1922) a signalé la deuxième apparition de cette mutation caudale mais sous forme d'une femelle anoure. Croisée avec un mâle normal, elle a produit 8 individus anoures, 16 normaux et 1 individu indéterminé.

La vitalité des anoures était précaire et pour cette raison on n'a pas ici la proportion 1 *anormal* : 1 *normal*.

La même mutation a surgi pour la troisième fois dans un élevage de DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF (1927). Vu les conditions d'entretien favorables, cet élevage ne s'est pas éteint comme les deux précédents, ce qui a permis aux généticiens travaillant en France et en Amérique de procéder à des recherches ultérieures.

Il y a lieu de noter que cette mutation a surgi trois fois parmi les souris d'origine française (le mutant primitif de LANG est issu d'un couple dont la femelle avait été achetée en France; celui de DUBOSCQ ainsi que ceux de DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA proviennent de Souris normales de l'élevage de l'Institut Pasteur).

1° *Données morphologiques*. — Chez la Souris, la queue normalement longue est sujette à des variations dans sa longueur (de 70, rarement 65 à 95 millimètres), tandis que le nombre de ses vertèbres est constant (30 vertèbres caudales). En ce qui concerne la longueur de la queue chez les Souris à queue mutée, elle varie de 0 à 86 millimètres. Outre le degré de variation de la queue une simple inspection permet de constater des autres modifications caudales qui peuvent être réparties en quatre groupes différents (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF) :

a) *Brachyourie simple et brachyourie accompagnée de coudures*, la première étant complétée parfois par un filament, la seconde comprenant une seule ou plusieurs coudures dans des directions différentes;

b) *Raccourcissement de la queue avec enroulement hélicoïdal* en forme de coquille d'Escargot, ou en forme de « faucille », de « nœuds », etc.;

c) *Arrêt du développement d'une seule ou de plusieurs vertèbres*. — Ici, il se produit une mobilité anormale se manifestant sous les formes suivantes : 1° *étranglement basal*; 2° *étranglement intermédiaire*; 3° *bout flexible* et 4° *pendeloque;*

d) *Anourie et queue filiforme*. — Dans ce groupe on distingue les formes suivantes : des anoures sans filament caudal et des anoures ayant une queue filiforme et des subanoures qui se présentent sous quatre formes caractéristiques; subanoures à pendeloque, subanoures à rudiment de queue osseux droit, subanoures à rudiment osseux coudé et subanoures du type « cône filament ».

La vraie structure anatomique des différentes catégories de brachyourie et de l'anourie, établies ci-dessus d'après les caractères extérieurs, a été étudiée en détail par la méthode radiographique formes brachyoures par DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, KOBOZIEFF et VERETENNIKOFF, 1934 et formes anoures par KOBOZIEFF, 1935.

Ces études ont permis de constater que le nombre des vertèbres de la queue mutée chez la Souris varie considérablement, le rachis pouvant s'arrêter à n'importe quel niveau entre la première vertèbre sacrée et la 28ᵉ vertèbre caudale.

L'étude détaillée des radiographies des Souris à queue mutée montre qu'outre la variation du nombre des vertèbres, on observe des modifications assez variées de celles-ci; d'une part des lésions dépendant d'une altération du processus physiologique de l'organogénèse elle-même (soudures, coudures, raréfactions de la substance osseuse, etc.); d'autre part, des traumatismes mécaniques (sections des vertèbres, luxations, fractures, torsions, compressions, etc.) dont l'origine paraît être de nature génotypique.

2° *Données génétiques*. — Les Souris anoures et brachyoures ne se comportent pas de la même façon. Il existe, d'une part, des Souris à queue mutée (anoures et brachyoures de divers degrés de raccourcissement) qui se reproduisent avec ségrégation (stock I) et, d'autre part, des Souris anoures se reproduisant sans ségrégation (stock II).

On trouvera ci-dessous un résumé de tous les résultats (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF 1927, 1930, CHESLEY 1935, KOBOZIEFF 1935 et KOBOZIEFF et POMRIASKINSKY-KOBOZIEFF (résultats non publiés) relatifs aux croisements entre les représentants du premier stock :

1° *Anormaux* × *anormaux* ont fourni, sur un total de 4.162 descendants, 2.647 *anoures* et *brachyoures* et 1.515 sujets normaux, d/m = 3,4. Ainsi, la ségrégation n'est pas tout à fait conforme à la

formule 2 : 1 ; on observe un déficit notable des sujets à queue mutée, car la valeur de d/m est supérieure à 2.

Par contre, Kobozieff (1935) a démontré que les progéniteurs anoures croisés entre eux ou avec brachyoures ont donné 1.151 *anormaux* pour 612 *normaux*, d/m = 1,23 soit une ségrégation exactement du type 2 : 1.

En éliminant les résultats des croisements de Kobozieff (1935) du nombre total précité, nous constatons un déficit des sujets anormaux encore plus grand. En effet, nous trouvons que les progéniteurs anormaux (brachyoures) croisés *inter se* ont donné 1.496 *anormaux* et 903 *normaux*, soit d/m = 5,5.

Nous avons recherché récemment (résultats encore non publiés) la raison de cette différence de ségrégation. Les résultats des croisements des Souris brachyoures *inter se*, ont été répartis par nous en six groupes, suivant le degré du raccourcissement de la queue des progéniteurs.

Ceci nous a permis de constater que les progéniteurs à queue fortement raccourcie (longueur de queue variant entre 5 et 20 mm.) croisés *inter se* ou avec ceux à queue de longueur moyenne (21-40 mm.) ou avec ceux à queue faiblement raccourcie (40-60 mm.) ont donné une ségrégation exacte du type 2 : 1 c'est-à-dire analogue aux résultats de Kobozieff (1935).

Par contre, les croisements entre eux de progéniteurs à queue de longueur moyenne ou avec des Souris à queue faiblement raccourcie et le croisement de ces derniers *inter se*, ont donné un excès de descendants normaux. En outre, nous constatons que l'excès des sujets normaux se trouve en rapport direct avec le degré de raccourcissement de la queue chez les progéniteurs. En effet, les progéniteurs à queue faiblement raccourcie croisés *inter se* ont donné le plus grand excès des normaux, la ségrégation se rapprochant sensiblement du type 1 : 1, analogue aux constatations faites par Lang.

Nous avons alors procédé à la vérification du comportement héréditaire des descendants normaux issus de ces croisements, en les croisant avec des Souris à queue longue n'ayant aucune parenté avec la souche mutante. Nous avons constaté qu'un certain nombre des descendants considérés comme normaux (longueur variant entre 70-86 mm. ont été capables de donner les descendants franchement anormaux et normaux en proportion : 1 *anormal* : 1 *normal*. Nous avons remarqué, fait paradoxal, que parfois dans une même portée, les animaux ayant une longueur de 70 mm. se comportent comme des normaux, tandis que ceux ayant une longueur plus grande, par exemple 86 mm., sont anormaux (hétérozygotes).

Après avoir étudié le comportement de ces descendants prétendus normaux, nous avons constaté que le nombre de vertèbres de la queue chez eux était inférieur à 30 (26-27-28). Nous désignons ces animaux sous le nom des submacroures.

En résumé, nous pouvons dire que quelle que soit la longueur de la queue des géniteurs à queue mutée la ségrégation doit être du type 2 : 1. La prédominance des sujets normaux dans les croisements de progéniteurs à queue faiblement raccourcie n'est qu'apparente puisque les descendants dont la longueur de la queue varie entre 70 et 86 mm. sont de deux classes.

La formule de ségrégation sera exacte, si l'on procède à la vérification du comportement héréditaire de la descendance normale et à l'examen du nombre de vertèbres de la queue dans celle-ci.

2° *Anormaux* × *normaux* ont fourni sur un total de 4.355 descendants, 2.096 anormaux et 2.259 normaux, soit d/m = 1,2 ; donc, la ségrégation est du type 1 anormal pour 1 normal (auteurs qui viennent d'être cités et Clark, 1934).

Ainsi, l'étude génétique a démontré que la mutation *queue raccourcie ou absente* était dominante et liée à un effet létal.

3° Pour compléter cette étude, on a procédé aux recherches anatomiques de la répartition des descendants pendant la vie intra-utérine.

Daiber (1914) n'a pas trouvé d'embryons abortifs dans les utérus gravides de Souris brachyoures de la lignée de Lang. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa et Kobozieff (1930), Chesley (1932, 1935), Ephrussi (1933, 1935) et Kobozieff (1934) ont constaté, dans les utérus gravides des femelles à queue mutée, fécondées par des mâles également à queue mutée 205 embryons létaux sur 945 fœtus.

La présence d'embryons abortifs au taux de 25 % du nombre total plaide en faveur de l'idée que ces embryons non viables sont des homozygotes dominants létaux.

En outre, Chesley a constaté que les homozygotes en question meurent à la fin du 10e jour après la fécondation et qu'ils se caractérisent par des malformations extrêmement graves : absence de la partie postérieure du corps, de sormites, du tube neural, etc.

4° En outre, Dobrovolskaïa-Zavadskaïa, Kobozieff, Veretennikoff (1934), Kobozieff et Kobozieff-Pomriaskinsky (résultats non publiés) ont démontré la possibilité de la transmission du degré de raccourcissement de la queue chez les Souris brachyoures ainsi que chez les Souris anoures (Kobozieff, 1935).

Il a été démontré également par les mêmes auteurs que les particularités morphologiques telles que coudures, étranglement basal, etc. chez les brachyoures et « pendeloque » cône filament, etc. chez les subanoures sont transmissibles.

5° Dobrovolskaïa-Zavadskaïa et Kobozieff (1932) ont décrit trois lignées (XXIX, XIX, agoutie du stock II) composées exclusivement d'anoures absolus qui, après les croisements *inter se* se reproduisent, tout en restant hybrides, sans ségrégation.

L'absence de ségrégation dans la descendance issue de croisement entre deux hétérozygotes n'a pas été jusqu'ici rencontrée chez un mammifère. Ce phénomène s'explique aisément par la considération des gènes *létaux compensés*. Ainsi, à la suite d'apparition d'un nouveau gène létal récessif les deux groupes d'homozygotes font défaut.

Récemment, au Muséum, nous avons pu réussir, en procédant aux croisements des submacroures (65-86 mm.) avec des Souris à queue longue, étrangères au stock mutant, à créer un certain nombre de lignées de Souris anoures, se reproduisant sans ségrégation. L'analyse génétique de ces dernières a donné beaucoup de faits intéressants.

6° Clark (1934) a publié les résultats d'une étude étendue sur les liaisons (linkage) pouvant exister entre le gène déterminant la brachyourie et l'anourie et les 14 autres gènes tels que queue flexueuse, chocolat, etc. Le résultat de cette étude est négatif, c'est-à-dire que le gène qui nous intéresse n'est solidaire d'aucun de ces divers gènes. Il est donc localisé sur un chromosome (13e ou 15e) sur lequel n'a été repérée jusqu'ici aucune autre mutation.

5° *Mutations létales liées au sexe.*

D'une façon générale, la distribution des sexes chez la Souris se maintient dans les limites de la formule 1 ♂ : 1 ♀. Cependant, Little (1921), en étudiant la distribution des sexes dans une lignée de Souris valseuses a trouvé que dans le croisement d'un mâle valseur japonais × ♀ normale, la ségrégation était approximativement de 1 ♂ : 1 ♀, par contre, dans le croisement d'une ♀ valseuse × 1 ♂ normal la ségrégation était du type 2 ♂ : 1 ♀. C'est l'unique cas qui ait été publié jusqu'ici.

6° *Mutations récessives liées à un gène sublétal.*

Little et Bagg (1924) ont signalé une anomalie de la tête qui est dominée par l'état normal; les homozygotes récessifs meurent dans l'utérus ou à la naissance; il est rare qu'ils survivent quelques jours ou quelques semaines. Les croisements entre deux hétérozygotes ont donné 391 individus, dont 321 *normaux* et 70 individus présentant l'anomalie de la tête. Il s'agit donc d'une mutation récessive et sublétale.

Une mutation bec-de-lièvre (harelip, h^P), accompagnée de fissure du palais, a été observée par Reed et Snell (1931) dans le stock de Souris de la Bussey-Institution; ce stock a probablement une parenté lointaine avec le stock de Bagg. Cette mutation est sublétale dans son action et tue tous les petits pendant les premières 24 heures, parce qu'ils ne peuvent pas téter. Une seule Souris présentant cette anomalie peu prononcée, a vécu jusqu'à l'âge de 3 semaines. Génétiquement, cette mutation se comporte comme récessive, et elle peut être transmise par des individus normaux. Son intérêt réside dans son analogie remarquable avec l'anomalie humaine correspondante.

7° *Mutations létales sans manifestations morphologiques.*

Il existe encore, chez la Souris, d'autres mutations létales, qui ne se manifestent par aucun caractère morphologique spécial. Leur présence peut être soupçonnée là où s'observe une diminution nette du nombre des petits par portée. Ainsi Parkes (1924) et Mc Dowell (1924), en procédant à la dissection des utérus gravides de femelles d'aspect tout à fait normal, ont trouvé des embryons abortifs. De même, Snell (1933, 1934) a remarqué une diminution du nombre des petits par portée dans la descendance de mâles irradiés, qui ont donné, avec des femelles normales, 25 % de descendants semi-stériles; les croisements d'un mâle semi-stérile, provenant d'un père irradié avec des femelles normales ont donné 26 petits en 7 portées, c'est-à-dire 3,7 petits par portée tandis que le nombre normal est, dans ce stock, de 8 petits par portée en moyenne. Afin de se rendre compte d'où provient l'apparition de ces portées réduites, l'auteur a procédé à la dissection des utérus gravides, 10 à 13 jours après la fécondation des femelles normales par des mâles semi-stériles. Il a trouvé, à côté des embryons normaux, des embryons morts au moment de l'implantation et d'autres présentant des malformations diverses du tube neural.

8° *Mutations sublétales sans manifestations morphologiques.*

Il existe d'autres mutations d'ordre sublétal ne présentant pas de manifestation morphologique. En effet, Kobozieff (1931) a trouvé dans une

lignée maintenue en *inbreeding* pendant 8 générations que la mortalité précoce de plus en plus croissante d'une génération à l'autre était due à la présence d'un gène sublétal chez les hétérozygotes.

Etant donné que dans la 9e génération il n'y a que 1 % d'hétérozygotes porteurs du dit gène, nous avons réussi à enrayer l'effet de ce gène sublétal. En effet la mortalité précoce parmi les descendants de six autres générations (9-14 *générations*) est presque insignifiante.

Il existe encore un certain nombre de mutations sublétales telles que la valse, l'ectromélie (Souris luxées), etc.

Il était impossible dans un tel article de mettre en évidence toutes les manifestations létales que l'on rencontre dans le règne végétal et animal. Il faudrait en effet un volume rien que pour les passer en revue. Nous nous bornerons à signaler que chez les animaux domestiques tels que les chiens, les chats, les porcs, les chevaux, le bétail, etc. on rencontre assez souvent de nombreuses mutations létales ou sublétales. L'homme, lui-même peut en présenter.

La connaissance de leur importance pratique est d'une utilité certainement considérable pour les médecins, les éleveurs, les agronomes, etc.

N. Kobozieff
et N. A. Pomriaskinsky-Kobozieff.
(Muséum d'Histoire Naturelle, Laboratoire de la Ménagerie et Institut Pasteur, Laboratoire Peyron.)

BIBLIOGRAPHIE

Pour la bibliographie complète, consulter les ouvrages ci-dessous :

DOBROVOLSKAIA-ZAVADSKAIA N., KOBOZIEFF N. et VERETENNIKOFF : *Arch. de Zool. expér. et gén.*, t. LXXVI, fasc. 4, 1934.
HUTT F. B. : *Cornell Veter.*, vol. XXIV, n° 1, janv. 1934.
KOBOZIEFF N. : *Bull. biol. de France et Belg.*, t. LXIX, 1935.
MOHR (O. L.) : *Zeitschr. f. induct. Abst. u. Vererb.*, t. XLI, 1928.
STRANDSKOV (H. H.) : *Journ. exp. Zool.*, LXIII, 1932.

L'ISOLEMENT DES MÉTAUX RARES ET LEURS PROPRIÉTÉS

Les éléments du groupe des Terres Rares possèdent des propriétés chimiques extrêmement voisines. La séparation de chaque espèce pure à l'état de sel exige un long travail de cristallisations fractionnées; la durée et la difficulté de ces cristallisations varient beaucoup, d'ailleurs, suivant les éléments du groupe qui doivent être obtenus à l'état de sel pur. Le nombre des ions rares et les caractéristiques physiques et chimiques de leurs sels ont été longtemps indéterminés; après les recherches de nombreux savants, et surtout depuis les éminents travaux de G. Urbain, la liste des éléments des Terres Rares, ainsi que la plupart des propriétés de leurs différentes combinaisons, semblent bien, à l'heure actuelle, définitivement établies.

La division des Terres Rares en deux groupes : groupe cérique, groupe yttrique, appuyée sur différents arguments d'ordre chimique, est soulignée également de façon très nette par la variation des propriétés magnétiques des ions en fonction du numéro atomique (fig. 1).

Le moment magnétique des ions du groupe du Cérium n'est pas très élevé; par contre, certains ions du groupe de l'Yttrium accusent un paramagnétisme notablement plus grand que celui que l'on constate dans les combinaisons purement paramagnétiques de la famille du Fer.

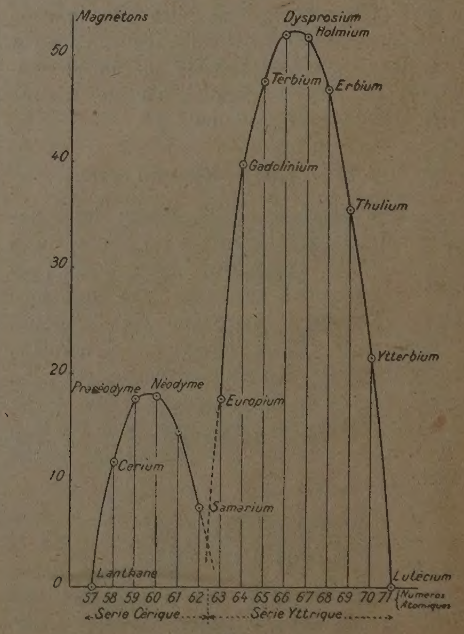


Fig. 1.

L'isolement des métaux cériques.

Les éléments rares se placent, par leur caractère électropositif à la température ordinaire, immédiatement après les métaux alcalins et alcalino-terreux. Le Lanthane (n° atomique 57) étant plus électropositif que le Lutécium (n° atomique 71). La réactivité de ces éléments est très grande, et constitue une des principales difficultés de leur isolement à l'état métallique. D'autre part, le caractère réfractaire de ces métaux, qui augmente d'ailleurs avec le n° atomique, oblige à réaliser leur préparation à une température élevée; température à laquelle très peu de matières résistent à la fois à l'action réductrice du métal et à l'action dissolvante du sel rare, qui est en général à l'état fondu.

Le premier « Cérium » constitué probablement d'ailleurs par la plupart des éléments du groupe cérique, fut isolé en 1826 par Mosander, par action du sodium sur le chlorure anhydre de Cérium. Le métal se présentait sous la forme d'une poudre gris brunâtre à aspect métallique. Marignac en 1849, par la même méthode, puis Wohler en 1867, par action du magnésium sur le bioxyde de Cérium, obtiennent également du métal pyrophorique. En 1876, Hildebrand et Norton utilisent pour l'isolement des métaux rares l'électrolyse de leurs sels fondus, et plus particulièrement de leurs chlorures; ils sont les premiers à obtenir des métaux du groupe du Cérium (Cérium, Lanthane), à l'état fondu, compact, ductile et malléable.

Entre 1902 et 1907, Muthmann et de nombreux collaborateurs reprennent cette méthode et la perfectionnent; plus avertis que leurs prédécesseurs sur les méthodes de fractionnement, ils obtiennent successivement de Lanthane, le Cérium, le Néodyme, le Praséodyme et le Samarium. Muthmann fixa à ce moment nombre de propriétés physiques des métaux cériques.

Le procédé de Muthmann, très typique, peut être résumé de la façon suivante :

Le sel de Terre Rare (chlorure ou fluorure) contenu dans un water-jackett en cuivre, parcouru par un courant d'eau, est fondu dans sa partie centrale par une résistance de graphite, maintenue entre deux électrodes de plus grande épaisseur. Dès que le bain est fondu, l'électrode supérieure est relevée et libère la résistance chauffante; l'électrolyse s'effectue alors et le métal s'amasse sur l'électrode inférieure. La cuve de cuivre est protégée entièrement par une croûte épaisse de sel solidifié. Ce dispositif nécessite une importante quantité de sel pour chaque opération.

L'électrolyse des halogénures fondus des éléments rares a été après Muthmann l'objet de nombreux travaux; citons Hirsch en 1911 et Thompson en 1917, qui préparent d'importantes quantités de Cérium fondu; en 1924 et 1926, Schumaker en collaboration avec Lucas puis Harris, et en 1925 Kremers, préparent du Cérium et du Lanthane purs par voie électrolytique dans un matériel de carbone de forme simple. Par la même méthode Kremers et ses collaborateurs ont obtenu le Néodyme, le Praséodyme et le Samarium. Ce dernier, en raison de son point de fusion élevé est souillé de carbure; il doit être purifié par amalgamation et fusion dans le vide en creuset de magnésie.

En 1929, le Professeur Urbain fit entreprendre dans ses Laboratoires des essais de préparation des métaux du groupe du Cérium, en vue de l'isolement des métaux du groupe yttrique.

En raison de la petite quantité préparée au laboratoire de certains éléments purs du groupe yttrique (malgré leur abondance dans le minerai initial), il était d'abord nécessaire de trouver une méthode de préparation permettant d'opérer sur de petites quantités de sels purs.

Pour les métaux du groupe du Cérium, sauf le Samarium, le problème a été résolu de la façon suivante :

Le sel à électrolyser — (chlorure) — mélangé à 10 % de chlorure de potassium et 5 % de

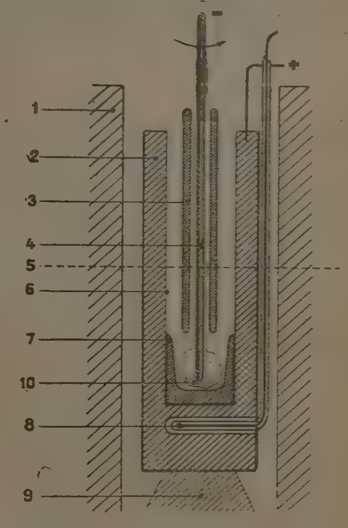


Fig. 2.

fluorure de calcium est fondu dans un creuset de carbone (anode) (2) (fig. 2) qui contient dans sa partie inférieure un creuset en quartz ou en fluorine (7)[1].

[1]. La porcelaine de fluorine, beaucoup moins sensible aux variations de température que la fluorine naturelle, a été réalisée en 1930, par M. Damiens.

Le métal se dépose sur une tige de molybdène (cathode) (4) protégée dans sa partie supérieure par un cylindre de quartz ou de fluorine (3). La rotation de la tige de molybdène pendant l'électrolyse permet d'augmenter considérablement le rendement en métal; celui-ci atteint alors 70 %. Le bain monte jusqu'au niveau (5) et se trouve alors en contact avec une grande surface d'anode, même pour une faible dimension de la capacité électrolytique. La température de l'ensemble est mesurée en (8). Le chauffage du creuset est fait par l'extérieur (1); l'effet Joule dû à l'électrolyse est relativement faible en raison de la surtension anodique peu élevée. La température peut être ainsi réglée de façon précise indépendamment de la valeur du courant d'électrolyse.

Le contact du métal rare fondu avec le chlorure de potassium et le fluorure de calcium n'introduit pas d'impureté dans le métal. En effet Neumann et Richter ont montré que les tensions de décomposition des chlorures alcalins, et surtout alcalino- terreux, sont très supérieures à température élevée à celles des chlorures rares. Le déplacement du Cérium par le calcium à température élevée a été mis d'ailleurs en évidence récemment par Karl, qui obtient ainsi un Cérium contenant seulement des traces de calcium.

La tension de décomposition, d'autre part, est différente pour chaque élément rare, et décroît régulièrement avec le numéro atomique. Les métaux cériques sont donc plus électropositifs que les métaux yttriques.

Isolement des métaux yttriques: le Gadolinium.

Les méthodes d'électrolyse directe avaient permis de réaliser seulement la préparation des métaux cériques. Aucun des 9 métaux du groupe de l'Yttrium (qui a été lui-même obtenu à l'état assez pur par Thompson en 1927), n'avait pu être isolé. Les tentatives faites dans ce sens ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

Meyer en 1899 réussit à obtenir un métal pulvérulent très impur, comprenant tous les éléments du groupe yttrique. Hicks en 1918 prépare l'Yttrium allié à tous les métaux du groupe yttrique; il réussit à agglomérer la poudre métallique obtenue en creuset de magnésie. En 1926, Schumaker et Harris entreprennent la réduction des sels d'Erbium et le Gadolinium par un excès d'aluminium; la distillation des alliages des métaux rares avec l'aluminium donne à très haute température des azéotropes: respectivement à 10 % d'Erbium et 60 % de Gadolinium. Ce sont là les seuls essais d'isolement des métaux yttriques jusqu'à 1929.

Citons également comme méthode applicable à l'élaboration des métaux yttriques la préparation des amalgames de Terres Rares cériques, réalisée à partir de solutions alcooliques de chlorures, par Audrieth en 1935. L'amalgame, distillé sous vide, laisse le métal rare à l'état pulvérulent; la température est élevée ensuite jusqu'au point de fusion du métal. Audrieth a obtenu ainsi du Cérium, du Lanthane et du néodyme spectroscopiquement purs. La méthode de Van Arkel (dissociation d'un sel volatil sur fil de tungstène chauffé) pourrait être utilisée également si les métaux yttriques sont suffisamment réfractaires.

Le procédé que nous avons employé (électrolyse de petites quantités de chlorure en creuset de fluorine) a permis d'obtenir le Cérium, le Lanthane et le Néodyme purs en partant de petites quantités de leurs sels. Il était néanmoins inapplicable sans modification à l'élaboration des métaux du groupe de l'Yttrium; ceux-ci en effet d'après les essais infructueux de préparation qui ont été faits seraient beaucoup plus réfractaires que les métaux cériques. Aux températures élevées que nécessite leur préparation à l'état fondu, d'une part la volatilité de leurs sels est notable, et d'autre part le matériel réfractaire (fluorine) qui résiste bien à la température de préparation des métaux cériques serait fondu ou dissous par le bain d'électrolyse.

Après de nombreux insuccès nous avons pu mettre au point la méthode de préparation suivante :

Le mercure possède un point d'ébullition trop bas pour être utilisé pratiquement comme cathode au contact d'un sel rare, ou d'un eutectique de sel rare et de sel alcalin, fondus; seuls les bains à base de chlorure de Césium seraient fusibles en-dessous du point d'ébullition du mercure, et permettraient de préparer des amalgames de métaux rares. Nous avons substitué au mercure un métal de grande densité, susceptible par conséquent de se séparer par gravité du bain de sel fondu, le Cadmium; le choix du cadmium comme cathode présente de nombreux avantages : 1° son point de fusion (320) est assez bas pour obtenir une bonne dissolution du métal rare pendant l'électrolyse; 2° son point d'ébullition (775° sous la pression normale et 400° environ sous vide élevé) est suffisamment bas pour permettre la séparation du métal rare probablement beaucoup plus réfractaire.

Des essais concluants sur la préparation du Lanthane et du Samarium métalliques nous ont amené à entreprendre l'isolement du Gadolinium par cette méthode.

Le dispositif électrolytique utilisé diffère peu

du schéma représenté fig. 2; l'électrode de tungstène ou de molybdène plonge dans un bain de cadmium fondu dont la surface constitue alors la cathode. Des alliages cadmium-Gadolinium à 4,5 et 6 % de ce dernier métal ont été ainsi préparés. Ces alliages sont parfaitement homogènes, restent brillants assez longtemps à l'air même humide. La séparation du cadmium et du Gadolinium s'effectue sans difficulté par distillation du Cadmium.

Refusion et distillation des métaux rares et des alliages dans le vide.

La préparation directe par électrolyse de métaux rares fondus doit être suivie, pour obtenir un métal pur, d'une refusion sous vide élevé. Le métal même fondu contient en effet après électrolyse des chlorures occlus émulsionnés dans la masse, et une très faible teneur de métal alcalin, déposé, en raison d'une surtension anodique notable, simultanément avec le métal rare.

Leur caractère actif, à haute température, vis-à-vis de tous les gaz sauf les gaz rares, oblige à réaliser la fusion des éléments rares sous une pression très faible, de l'ordre de 1 barye.

Les faibles pressions sont difficiles à obtenir dans un tube chauffé à haute température, à cause des dégagements gazeux produits par la surface du tube lui-même; le phénomène d'effusion thermique qui, dans un tube étroit, provoque une propagation des molécules gazeuses vers la partie chauffée, peut être évité par l'emploi d'un tube chauffé de diamètre suffisant (quelques centimètres). Jusqu'à 1.300° un tube de quartz épais chauffé extérieurement convient parfaitement pour les fusions sous vide élevé. Au delà de cette température, l'emploi d'un four à rayons cathodiques permet d'opérer dans un vide élevé, jusqu'à des températures de l'ordre de 3.000°.

Le four cathodique utilisé dans nos recherches est constitué (fig. 3) par une ampoule de quartz de 3 litres de capacité, sur laquelle sont rodés :

1° Le support de l'anticathode de tungstène;

2° Les électrodes, alimentées par un courant alternatif de 20.000 volts;

3° Les canalisations de vide, reliées aux pompes à diffusion, et la glace de visée en quartz.

Le vide est fait par une pompe à diffusion à double étage; la valeur du vide peut être réglée par rotation du robinet à voie coudée R_2 (fig. 3).

Les mêmes fours ont pu servir également pour obtenir la séparation du cadmium et du Samarium, puis du cadmium et du Gadolinium, sous haut vide. Le cadmium s'élimine entièrement du Samarium à 1.300°. Le Gadolinium à 1.230° est totalement exempt de traces de cadmium et se présente sous un aspect métallique assez compact. Le Gadolinium est le premier métal yttrique qui ait été isolé. La méthode des alliages au cadmium s'applique déjà à 3 des éléments du groupe des terres rares; elle serait peut-être utilisable pour d'autres éléments.

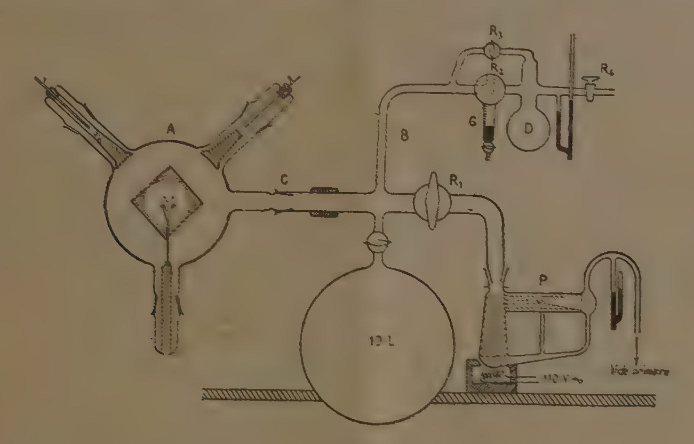


Fig. 3.

Pureté des métaux rares.

Le Cérium, le Lanthane et le Néodyme, quand ils sont préparés soit par la méthode électrolytique en creuset de fluorine, soit par la méthode d'Audrieth (amalgamation), ont été obtenus purs à moins de 1/1000 d'éléments étrangers. Le Cérium, le Lanthane et le Praséodyme préparés par Kremers en matériel de carbone sont également purs. Le Samarium contient soit du carbure quand il a été préparé fondu par électrolyse directe, soit environ 0,7 % d'impuretés silicium et fer, quand il est

isolé à partir de ses alliages avec le cadmium.

Le *Gadolinium*, qui provient également de son alliage avec le cadmium contient, après distillation de ce dernier, 0,7 % de silicium; la teneur en fer est très faible : 0,025 à 0,03 %.

Quelques propriétés des métaux rares.

Les métaux cériques. — Les métaux Lanthane, Cérium, Praséodyme, Néodyme sont gris de fer; le Néodyme est néanmoins plus clair que le Lanthane. L'oxydation du Néodyme à l'air, à la température ordinaire, est beaucoup moins rapide que celle du Lanthane. Néanmoins tous les métaux cériques à l'état naissant décomposent l'eau à froid. Les métaux absorbent l'hydrogène dès 200 à 300°, et l'azote au rouge. Ils réagissent à différentes températures sur tous les gaz hydrogénés, oxygénés, azotés ou halogénés.

Le Cérium paraît être le seul de tous les éléments rares à posséder des propriétés pyrophoriques; celles-ci sont accentuées par alliage du Cérium avec le fer, le nickel ou le magnésium. Le Lanthane, bien que non pyrophorique, donne avec 70 % de fer un alliage possédant ces propriétés.

Malléabilité.

Les 4 premiers termes de la série : Cérium, Lanthane, Néodyme, Praséodyme, sont malléables.

Dureté.

Dans le groupe du Cérium, la dureté des métaux paraît augmenter en fonction du numéro atomique.

TABLEAU I. — *Duretés Brinnel*

Auteurs	Lanthane	Cérium	Praséodyme	Néodyme	Samarium
Kremers	37	21	25	70	dureté voisine de celle de l'acier
Trombe	36	41		60	

Point de fusion.

De très grandes divergences existent encore sur les points de fusion. Ils augmentent également avec le numéro atomique, du Cérium (815°) au Samarium (1.400°).

Densités.

La mesure des densités renseigne plus utilement que les autres propriétés physiques sur la pureté des métaux cériques. Il convient en effet de souligner l'accord qui existe entre les densités théoriques déterminées aux rayons X par L. Quill et les densités expérimentales mesurées directement par différents auteurs:

TABLEAU II

Auteurs	Ce	La	Pr	Nd	Sa
L. Quill. (D. calc.)..	6,799	6,194		6,991	
Muthmann	7,05	6,154	6,47	6,96	
Hirsch....	6,92				
Kremers ..	6,77	6,16	6,60	7,05	7,7 à 7,8
Sievert et Gotta.....	6,73				
Billy et Trombe...	6,75	6.139			
Trombe...	6,789 refondu	6,180 refondu		6,96 refondu	

Les métaux yttriques.

Seul le Gadolinium a été isolé. C'est un métal gris plus clair que le Néodyme, et qui paraît plus dur que ce dernier. Il a été obtenu semi-aggloméré à 1.230°; à cette température il ne possède pas sensiblement de tension de vapeur. Les propriétés chimiques du métal sont voisines de celles du Samarium. Le Gadolinium n'attaque pas l'eau même à l'ébullition; il s'oxyde lentement à l'air. Aucune de ses propriétés physiques n'est encore déterminée.

Propriétés magnétiques des métaux rares.

La discontinuité des propriétés magnétiques que l'on observe entre les ions rares des groupes cérique et yttrique paraît encore s'accentuer pour les métaux. En effet, alors que les éléments du groupe du Cérium sont paramagnétiques, le seul métal connu du groupe de l'Yttrium, le Gadolinium, est fortement ferromagnétique.

Le paramagnétisme des métaux du groupe du Cérium.

L'étude thermomagnétique des métaux cériques avait été faite par Owen et aussi récemment tentée par Williams.

Ces essais ont été repris sur le Cérium, le Lanthane et le Néodyme purs, avec les méthodes précises utilisées à l'Institut de Physique de Strasbourg. Le paramagnétisme des métaux a été examiné en fonction du champ et de la température dans un appareil de mesures magnétiques du type Weiss et Foex, dont la précision, même pour les faibles coefficients d'aimantation, atteint le 1/1000e.

A la température ordinaire, les métaux Cérium, Lanthane, Néodyme, sont purement paramagnétiques. Leur susceptibilité magnétique χ ne varie pas en fonction du champ; elle est à 16° de

1,19.10⁻⁶ pour le Lanthane, 17,60.10⁻⁶ pour le Cérium, et 39,50.10⁻⁶ pour le Néodyme.

L'étude magnétique à différentes températures (entre — 195° et la température ordinaire) a été faite dans un champ constant voisin de 7.000 gauss. Le Lanthane possède un paramagnétisme très faible, décroissant quand la température s'élève.

Le Cérium paraît posséder des propriétés magnétiques compliquées à basse température :

1° son coefficient d'aimantation varie avec le champ (à 99°,4 absolus, X varie de 53,8 dans un champ de 3.000 gauss à 39,0 dans un champ de 7.000 gauss).

2° il paraît exister deux états magnétiques; le passage de l'un à l'autre a lieu à des températures différentes à l'échauffement et au refroidissement.

Le Néodyme suit correctement la loi de Weiss-Curie, de la température ordinaire à 110° absolus. Au-dessous de cette température, la susceptibilité croît plus rapidement vers le zéro absolu; néanmoins une mesure dans l'hydrogène liquide a montré que le Néodyme n'est pas ferromagnétique à 20°,4 abs. Le moment paramagnétique du Néodyme calculé entre 110° absolus et la température ordinaire à l'aide de la formule de Langevin est de 17,8 magnétons de Weiss, moment qui est très voisin du nombre théorique relatif à l'ion Nd^{+++} : 18,0 magnétons, et du moment mesuré sur le sulfate hydraté de Néodyme par Gorter et de Haas : 17,9 magnétons.

Les propriétés magnétiques dans le groupe yttrique.

Le groupe yttrique, comme nous l'avons vu au début de cet article, possède pour la plupart de ses éléments à l'état d'ion un paramagnétisme élevé. Le seul élément de ce groupe isolé à l'état métallique, le Gadolinium, présente, lui, des propriétés ferromagnétiques remarquables. Son point de Curie, mesuré dans un champ faible, a été trouvé très voisin de 16° cent. à ± 2° près. Au-dessus du point de Curie et jusqu'à 90° C. les propriétés magnétiques du métal ne suivent pas la loi de Weiss-Curie; celle-ci se vérifie remarquablement par contre entre 90° C et 360° C. La constante de Curie C du Gadolinium peut être déterminée ainsi que son moment paramagnétique conventionnel σ (calculé à l'aide de la formule de Langevin : $\sigma^2 = 3\,RCM$) R constante des gaz, M masse atomique du corps.

On trouve ainsi 39,28 magnétons de Weiss, pour le moment paramagnétique du Gadolinium, chiffre sensiblement égal au moment déterminé sur l'oxyde par Cabrera : 39,25, et aussi très voisin de la valeur théorique du moment de l'ion Gd^{+++} : 39,26.

Le ferromagnétisme du Gadolinium.

Le Gadolinium présente au voisinage de son point de Curie les caractéristiques d'un élément ferromagnétique : hystérèse, coefficient d'aimantation très variable avec le champ. L'allure de ces phénomènes dépend des traitements thermiques, mécaniques ou magnétiques qu'a pu subir le métal, et ne constitue qu'une indication qualitative de son état ferromagnétique. Les mesures faites à l'Institut de Physique de Strasbourg ont eu pour but la détermination de l'aimantation du Gadolinium à la saturation absolue, c'est-à-dire dans un champ infini et au zéro absolu, et, à partir de cette dernière, du moment atomique. Le moment obtenu est alors maximum. Les mesures de l'aimantation ont été faites en fonction de la température dans plusieurs champs constants et en fonction du champ à une température fixe aussi basse qu'il a été possible (azote liquide).

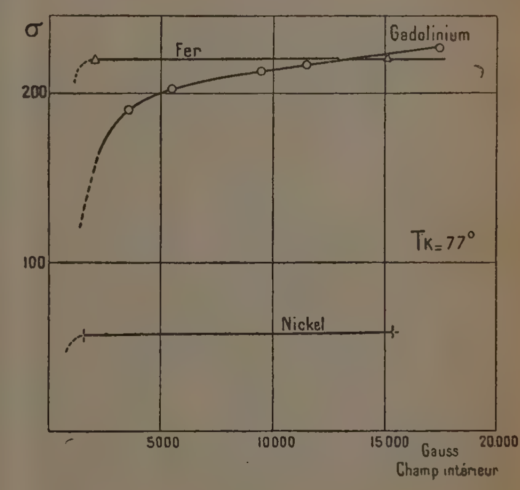


Fig. 4.

L'appareil employé, sur lequel je n'insisterai pas, est l'appareil classique de Weiss et Forrer, utilisé notamment en 1929 pour la détermination du moment absolu du fer.

Les mesures en fonction du champ ont été faites au point d'ébullition de l'azote, jusqu'à un champ maximum de 19.900 gauss. L'extrapolation du moment magnétique pour un champ infini est obtenue de façon convenable à l'aide de la loi hyperbolique;

$$\sigma_H = \sigma_\infty \left(1 - \frac{a}{H}\right)$$

σH moment dans le champ expérimental H,
$\sigma\infty$ — moment dans le champ infini,
H champ total,
a est une constante.

Si on compare, au point d'ébullition de l'azote, la variation des aimantations du Gadolinium, du fer et du nickel, en fonction du champ (fig. 4), on voit que le Gadolinium possède dans les champs élevés une aimantation spécifique qui dépasse celle du fer.

Les valeurs de l'aimantation en fonction de la température peuvent être extrapolées au moyen d'une loi en T² de la forme :

$$\sigma \, HT_K = \sigma \, HO_K \, (1 - AT^2)$$

σHTK moment expérimental à la température absolue T dans le champ H,

σH_{ok} moment extrapolé au zéro absolu dans le champ H,

T température absolue,

A est une constante.

La variation de σ (en U.C.G.S.) en fonction de la température absolue est donnée par la courbe (fig. 5).

trois fois supérieur à celui du fer : 11 magnétons.

Conclusions.

La métallurgie des éléments du groupe du Cérium paraît dès maintenant convenablement mise au point. Par contre le seul métal isolé parmi les neuf membres du groupe yttrique montre que dans ce groupe nos connaissances sur l'état métallique sont très restreintes. La méthode qui a permis d'isoler le Gadolinium s'appliquera-t-elle aux autres éléments ? Il est permis de le penser en raison des profondes analogies chimiques de toutes les espèces pures du groupe yttrique. Les propriétés physiques des éléments rares paraissent varier, à quelques inversions près, de façon continue en fonction du numéro atomique.

Les propriétés magnétiques, au contraire, sont très différentes dans les groupes cérique et yttrique.

Les métaux du groupe du Cérium, tout au moins les quatre premiers, sont paramagnétiques; le Néodyme métallique possède un moment paramagnétique égal à celui de l'ion Nd^{+++}; le moment pa-

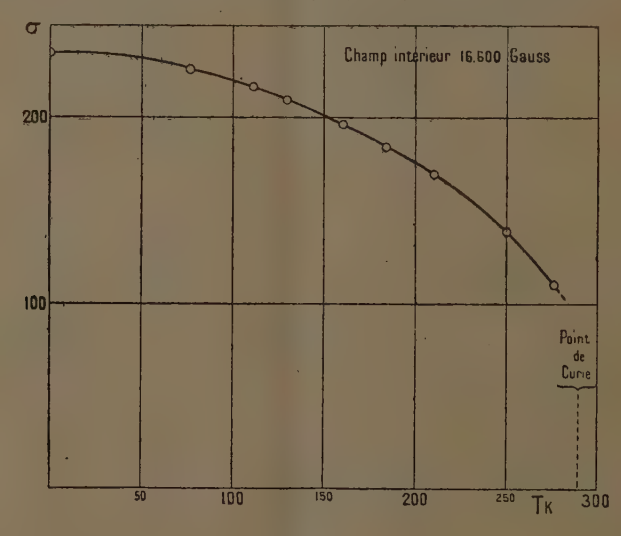


Fig. 5.

On voit que l'aimantation est plus de deux fois supérieure, à 77° abs. à l'aimantation la plus faible effectivement observée au voisinage du point de Curie. L'aimantation spécifique au zéro absolu et dans un champ infini a été déterminée à l'aide des méthodes d'extrapolation que je viens d'indiquer. Elle atteint 253,5 U.C.G.S.; celle du fer est égale à 221 : 7.

Le moment atomique du Gadolinium, calculé en magnétons de Weiss est de 35,4; il est plus de

ramagnétique du Gadolinium au-dessus de son point de Curie est également celui de l'ion Gd^{+++}.

Le moment ferromagnétique du Gadolinium à la saturation absolue (35,4 magnétons de Weiss) correspond, aux erreurs d'expériences près, à sept magnétons de Bohr, c'est-à-dire au moment des sept spins des électrons responsables du moment magnétique.

En tenant compte des corrections qu'introduit dans la formule de Langevin la théorie quanti-

que de Hund et de Van Vleck, on trouve pour le moment spectroscopique du Gadolinium déduit des mesures paramagnétiques

$\mu_s = 34{,}68$ magnétons de Weiss

nombre qui, dans la limite de la précision, s'accorde avec le moment ferromagnétique mentionné plus haut (35,4 magnétons de Weiss).

Les recherches sur les métaux des Terres rares, tant au point de vue de l'isolement des métaux encore inconnus que pour la détermination de leurs propriétés, et particulièrement de leurs propriétés magnétiques, s'avèrent d'un grand intérêt.

Félix Trombe,
Docteur ès Sciences.

DES COUPLES THERMO-ÉLECTRIQUES

ÉTUDE COMPARATIVE

I. **Notions préliminaires.** — Un couple thermo-électrique se compose de deux fils métalliques (deux métaux différents ; un métal et un alliage ; ou deux alliages différents) enroulés en torsade à l'une de leurs extrêmités communes ; cette torsade est chauffée au chalumeau de façon à obtenir une soudure autogène ; les autres extrémités libres sont reliées à un galvanomètre, et constituent la soudure froide. La soudure autogène (soudure chaude) portée à une température T°, devient le siège d'une force électromotrice E qui est fonction de la différence de température des deux soudures, — la soudure froide étant maintenue à une température constante et connue Θ° ; la différence des températures est : $t = T - \Theta$.

Les couples thermo-électriques permettent, comme nous le verrons, la mesure des températures élevées.

H. Le Châtelier, en 1890, a fixé les conditions auxquelles doit satisfaire un couple pour obéir à la loi qui précède : les deux fils métalliques doivent être homogènes, non écrouis, et la soudure doit être inaltérable chimiquement à toutes les températures auxquelles elle sera portée. Le galvanomètre relié au couple, et servant à la lecture du courant d'intensité I créé par la f. é. m. E, doit présenter une résistance R assez grande pour que celle du couple lui-même, malgré les variations provoquées par l'accroissement de température, demeure négligeable vis-à-vis de R. Par suite, on pourra écrire : $E = IR$.

D'après les travaux anciens de Becquerel, Matthiessen, Avenarius et Tait, et ceux plus récents de H. Le Châtelier, Silas Holmann, Holborn et Wien, Barus, et d'autres physiciens, il est possible d'exprimer une relation algébrique entre E et t, soit : $E = f(t)$. On obtient pour cette expression, et selon la nature des éléments du couple, une formule parabolique à 1 ou 2 termes, et dont le degré varie d'un couple à un autre.

Avec les couples faibles, I est obtenu en microampères, E en microvolts, R étant donnée en ohms; pour les couples plus puissants, on a I en milliampères, et E en millivolts. Dans un couple formé par les deux éléments métalliques A et B, si le courant est dirigé de A vers B à travers la soudure chaude, B est l'électrode positive, et A l'électrode négative.

Ceci posé, une mesure ayant fourni, pour deux températures T et Θ des soudures (chaude et froide), un courant I, on obtiendra successivement, et à l'aide des 3 relations qui précèdent : E, t et T.

En traçant, à l'aide des diverses valeurs ainsi repérées, de E et de t, un graphique, on évitera le calcul, souvent laborieux de t en relevant, sur le dit graphique, la valeur de t (inconnue) correspondant à E, et par suite celle de $T = t + \Theta$.

Pour se rendre compte exactement de l'allure d'un couple thermo-électrique, il est nécessaire de définir le *pouvoir thermo-électrique*, lequel est la dérivée de la f. é. m. E par rapport à la différence de températures : t; c'est $\frac{dE}{dt}$ facile à calculer à l'aide de la formule : $E = f(t)$ explicitée. Quand le graphique du pouvoir thermo-électrique présente une allure régulière, les éléments du couple demeurent homogènes dans l'étendue de l'échelle des températures utilisées. Si, au contraire, ce graphique présente une allure irrégulière (maximum et minimum) il faut admettre que l'un ou l'autre des mètaux ou alliages du couple se modifie moléculairement dans la série des températures : nous en verrons des exemples plus loin.

II. **Graduation d'un couple pyrométrique.** — Un couple pyrométrique est formé par l'association du couple et du galvanomètre de mesures.

Dans les *laboratoires*, on utilise un couple peu sensible, avec un galvanomètre fournissant un courant en microampères, — ce qui donne E en microvolts; ce galvanomètre est pourvu d'une échelle transparente, à distance repérée, et qui permet d'amplifier les déviations du cadre du gal-

vanomètre (type Deprez-D'Arsonval); un graphique, relevé avec les valeurs de E en fonction de t, permettra ensuite d'obtenir une température quelconque t, en portant sur ce graphique la valeur de E correspondant à un essai. — Ce dispositif convient à un couple-étalon, auquel pourra être comparé un autre couple; il n'est pas transportable.

Dans la *pratique industrielle*, il est commode d'avoir un pyromètre transportable; on utilise alors des couples plus sensibles, fournissant les f. é. m. E en millivolts, avec un galvanomètre qu'il s'agit de graduer.

Il existe 2 modes de graduation des pyromètres industriels : la méthode *directe*, et la méthode *de comparaison*.

1° Dans la méthode directe, la soudure chaude est portée dans divers bains à températures connues (points fixes d'ébullition ou de solidification de substances sans action chimique sur la soudure); on relève ainsi un certain nombre de points, suffisamment espacés, avec lesquels on trace le grapique des f. é. m. E en fonction de t; mais on peut encore, et plus pratiquement, reporter ces points sur le cadran lui-même du galvanomètre, ce qui fournit une échelle des températures, dont on achève la graduation, sur un arc parallèle à celui des f. é. m. Un tel galvanomètre, gradué doublement, n'indiquera directement les températures qu'avec le couple qui a servi à les obtenir; avec un autre couple quelconque, mais de résistance négligeable devant celle du galvanomètre, l'échelle des millivolts seule sera utilisée.

2° Dans la méthode par comparaison, on dispose le couple-étalon (gradué antérieurement par la méthode directe) près du couple à essayer, de telle façon que les soudures chaudes soient très rapprochées l'une de l'autre; ces soudures sont immergées dans des bains à température connue ou, mieux encore, et si l'on n'a pas ces bains à sa disposition, dans l'enceinte d'un tube de porcelaine chauffé extérieurement par le gaz ou par le courant électrique, que l'on règle pour faire varier la température. Dans ces conditions, les deux soudures chaudes se trouvent, à un instant quelconque, à la même température, indiquée par le galvanomètre du couple-étalon, et que l'on repérera sur le galvanomètre du couple essayé. On pourra, également, tracer le graphique relatif à ce dernier.

N. B. — Nous montrerons, plus loin, comment on peut opérer même quand on possède un seul galvanomètre pour les 2 couples.

Nous allons étudier quelques couples thermo-électriques choisis parmi les meilleurs, dans la série *ancienne* (couples remontant à plus de 25 ans), et dans la série *moderne* (ceux-là datent de moins de 10 ans, ou sont de réalisation récente). Nous pourrons ainsi juger de l'amélioration apportée au point de vue de la *sensibilité*; un couple est d'autant plus sensible que, pour une différence de température donnée $(t - t')$, il présente une variation de f. é. m. $(E - E')$ plus grande; dans ce cas, l'évaluation des températures sera plus approchée.

III. **Couples thermo-électriques anciens.** — Les meilleurs couples thermo-électriques, au point de vue de la constance de leurs indications, c'est-à-dire de leur comparabilité à eux-mêmes pendant un temps assez long, et aussi de l'approximation avec laquelle ils fournissent les températures, sont les couples platine-platine rhodié, platine-platine iridié et constantan-cuivre.

a) *Platine-platine rhodié (à 10 % de rhodium).* — Ce couple est le moins altérable et le plus précis (couple de H. Le Châtelier); il est utilisé dans les laboratoires, pour l'étalonnage des autres couples; on peut le considérer comme un pyromètre de précision quand il est monté (sous une résistance ne dépassant pas 0,5 ohm) avec un galvanomètre Deprez-D'Arsonval, à règle transparente, d'une résistance de 240 à 250 ohms; on peut négliger sa résistance propre, et obtenir une approximation de 2 ‰ dans l'évaluation des f. é. m. H. Le Châtelier l'a employé à la détermination des hautes températures des fours métallurgiques (300 à 1.600° centigrades), des fours à porcelaine (jusqu'à 1.400°), des fours à gaz (jusqu'à 1.200°); D. Berthelot s'en est servi pour l'évaluation des points de solidification du zinc (420°), de l'argent (962°) et de l'or (1.065°) qu'il fournit avec une précision comparable à celle que donne le thermomètre normal à gaz; Osmond, Austen, Charpy et M. Belloc ont déterminé avec ce couple, les températures de transformation moléculaire du fer (380°; 820°; 940°) et des aciers (380, 720 et 820°, aciers doux; 380, 670 et 740°, aciers très doux). Le couple platine-platine rhodié demeure l'étalon normal des hautes températures industrielles.

H. Le Châtelier, d'après l'allure du graphique des f. é. m. E (fig. 1, en pointillés), a calculé une expression de la forme parabolique suivante :

$$E = at^m; \qquad (1)$$

une telle formule s'obtient avec 2 valeurs assez espacées de E (E_1 et E_2) correspondant à 2 valeurs de t (t_1 et t_2); par logarithmes, on a :

$$m = \frac{\log E_2 - \log E_1}{\log t_2 - \log t_1}; \quad \text{et} \quad \log a = \log E_1 - m \log t_1;$$

on vérifie ensuite si la formule trouvée est applicable aux autres valeurs de E et t.

Ici, on a pour E en microvolts : $a = 2{,}0045$; $m = 1{,}2196$; le platine est l'électrode positive.

Les températures sont évaluées, avec ce couple, à une erreur absolue moyenne de 2° (de 0 à 600°), et de 3,5 degrés (de 600° à 1.600°, limite supérieure d'emploi).

b) *Platine-platine iridié (à 10 % d'iridium).* — Barus avait montré, à la même époque que Le Châtelier, que le couple au platine-iridié, formé de fils non écrouis et bien recuits pouvait donner jusqu'à 1.000° des indications aussi précises que le couple au platine rhodié; à cause de l'altération de l'alliage à partir de 1.100°, il est prudent de ne pas dépasser 1.000°.

Nous avons utilisé en 1908, un tel couple (fourni par la Maison Chenal et Douilhet, Paris) à nos recherches sur la thermo-électricité du nickel et des cupro-nickels [1]; nous l'avions gradué au préalable par la méthode directe (emploi de bains à température fixe); la formule (1) lui est applicable; nous avons trouvé : $m = 1{,}102$; $a = 5{,}915$ (pour E en microvolts); le platine est l'électrode positive.

Les températures obtenues avec ce couple pyrométrique sont évaluées avec une erreur absolue moyenne de 2° (de 0 à 600°), et de 5° (de 600 à 1.000°), résultats comparables à ceux du couple précédent. Le graphique des f.é.m. E est tracé sur la fig. 1 (en pointillés).

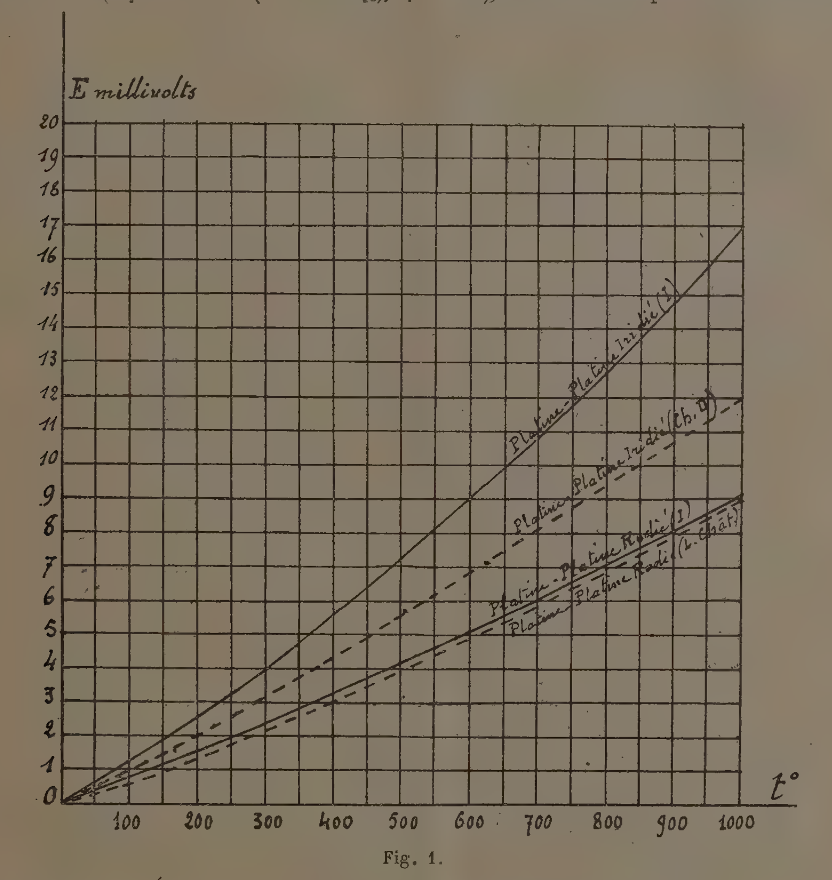


Fig. 1.

c) *Couple constantan-cuivre.* — On donne le nom de *constantan* à tout alliage de nickel et de cuivre renfermant de 20 à 40 % de nickel; on utilise plus particulièrement l'alliage à 40 %, dont le pouvoir thermo-électrique, par rapport au cuivre, est le plus élevé. Nous avons gradué un tel couple, en le comparant au platine-platine iridié décrit ci-dessus, les soudures chaudes, juxtaposées, étant chauffées progressivement, et à allure lente, dans le tube de porcelaine du four à gaz Mermet [2], les soudures froides étant maintenues à température constante, par circulation d'eau froide.

Le calcul du pouvoir thermo-électrique de ce couple, de $t = 0°$ à $t_1 = 920°$ (limite supérieure d'emploi) indiquait 2 températures de transformation moléculaire du constantan; — le cuivre,

1. H. PÉCHEUX : *Thèse de doctorat* (Allier frères, imprimeurs); Grenoble, 1909, page 19.

2. H. PÉCHEUX : *Thèse de doctorat (loc. citée)*, page 18.

comme le platine dans les 2 précédents couples, ne subissant aucune modification physique jusqu'à leur point de fusion.

Dès lors, le graphique de la f. é. m. change d'allure à ces 2 températures (320° et 680°); nous avons donc exprimé E à l'aide de 3 formules paraboliques différentes, l'une de 0 à 320°, la seconde de 320° à 680°, la 3ᵉ de 680° à 920°; chacune de ces formules est de la forme (du 2ᵉ degré) :

$$(2) \qquad E = m + at + bt^2 ;$$

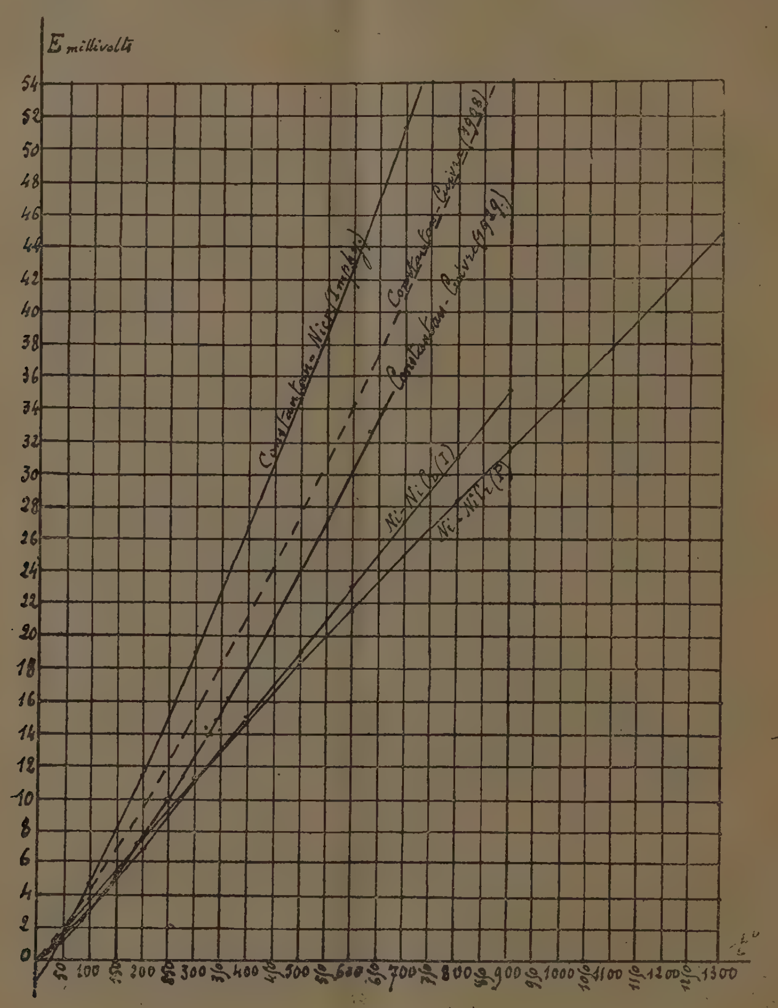


Fig. 2.

nous avons calculé chacune d'elles à l'aide de 3 valeurs de E et de 3 valeurs correspondantes de t, afin d'obtenir m, a, et b. Voici les résultats, E étant exprimée en microvolts.

Tableau I

Intervalles	m	a	b
0-320°	0	42,34	0,0291
320-680°	— 811	49,39	0.0149
680-920°	14.262	5,59	0,0469

N. B. — La f. é. m. croît assez vite dans le premier intervalle, moins vite dans le second; et, dans le 3ᵉ, l'accroissement est beaucoup plus grand que dans le premier.

Le cuivre est l'électrode positive. Les lectures sont faites, à ce pyromètre, avec une erreur absolue qui ne dépasse pas 0,5 degré centigrade, dans tous les intervalles; ce qui représente une approxi-

mation 5 fois plus grande qu'avec le pyromètre platine-platine iridié; il faut remarquer, en effet, que les f. é. m. de ce dernier couple sont, à la même température, et en moyenne, cinq fois plus élevées aussi que celles du précédent. Le pyromètre constantan-cuivre est donc le plus sensible des pyromètres industriels anciens, sa limite d'emploi est plus restreinte (voy. fig. 2, graphique en pointillés, pour un couple gradué en 1908).

III. **Couples thermo-électriques modernes.** — On emploie, depuis quelques années, le couple nickel-nichrome, et, depuis peu, le couple constantan-nichrôme, le plus sensible des couples modernes; les couples au platine sont toujours utilisés pour les températures les plus élevées.

a) *Couples au platine-platine rhodié ou iridié.* — La figure 1 reproduit, en *trait plein*, les graphiques des f. é. m. de ces couples, construits actuellement par les Aciéries d'Imphy; nous avons repéré ces f. é. m. sur les graphiques qui nous ont été fournis par cette Société.

Le couple platine-platine rhodié (à 10 % de rhodium) est un peu plus sensible que celui de Le Châtelier (ce qui s'explique par une composition un peu différente de l'alliage); il obéit à la formule générale (1); nous avons trouvé (E étant en millivolts) : $a = 0{,}00487$; $m = 1{,}087$.

Pour le couple platine-platine iridié (à 10 % d'iridium), plus éloigné de celui que nous avons gradué en 1908, donc plus sensible, nous avons : $a = 0{,}00506$; $m = 1{,}170$; les lectures sont obtenues à 0,50 % pour le premier, et à 0,10 % pour le second; la limite d'emploi est toujours 1.000°.

b) *Couple nickel-nichrôme.* — Il est formé d'un fil de nickel pur, et d'un fil d'alliage nichrome 88 à 90 % de nickel; 8 à 10 % de chrome); le nichrome est l'électrode positive. A l'aide du tableau fourni par les *Aciéries d'Imphy* qui construisent ce couple, nous avons calculé le pouvoir thermo-électrique qui nous a révélé une allure irrégulière de la courbe des f. é. m. (fig. 2; I), décroissante jusqu'à 250°, décroissante encore jusqu'à 350°, enfin décroissante, mais très légèrement, de 450° à 900°; l'allure irrégulière de cette f.é.m. permet néanmoins de la représenter par une formule simple analogue à (1), mais avec $m < 1$.

La Société *Rhône-Poulenc* construit également ce couple, qu'elle fournit avec son galvanomètre à cadre mobile portatif, gradué en millivolts et en degrés centigrades. A l'aide des indications du galvanomètre, nous avons constaté la même irrégularité de courbe qu'avec le précédent couple. La limite d'emploi est 1.300° (point éloigné de la fusion du nickel et du nichrome); ce couple est un peu moins sensible que le précédent (fig. 2; P).

Cette irrégularité d'allure des courbes provient sans doute du nickel qui se transforme moléculairement entre 220° et 240°, puis entre 365° et 380° (selon la nature et la proportion des métaux étrangers qui se rencontrent dans ce métal), et comme nous l'avons montré en 1907[1].

Le nickel et le nichrome sont inoxydables dans l'étendue de l'échelle des mesures.

Les températures sont obtenues à 1° ou 2° près jusqu'à 1.300°; ce couple est moins sensible que le constantan-cuivre, mais permet d'évaluer des températures plus élevées : c'est le couple pyrométrique industriel le plus pratique.

c) *Couple constantan-nichrome.* — Il est formé de deux fils d'alliages : constantan (à 43 ou 45 % de nickel, et 55 à 53 % de cuivre) et nichrome (à 88 ou 90 % de nickel et 10 à 8 % de chrome; ce dernier constitue l'électrode positive.

A l'aide du graphique d'étalonnage fourni, avec ce couple, par les *Aciéries d'Imphy* nous avons repéré avec soin les f. é. m. E en *millivolts*, en fonction de la différence de températures $t°$ des soudures. Le calcul du pouvoir thermo-électrique constamment croissant nous a indiqué la régularité d'allure de la courbe de E que nous avons tracée (fig. 2), et pour laquelle nous avons recherché une formule de la forme :

$$E = B(t - t_o)^m \qquad (3)$$

parce que la courbe des f. é. m. coupe l'axe des températures à $t_0 = 25°$. Déterminés comme il a été dit au § III *a*, les coefficients B et m valent, respectivement : 0,0364 et 1,113.

L'essai de la formule (3) aux températures remarquables nous a conduit à une approximation très satisfaisante, l'erreur relative entre les nombres calculés et les nombres lus étant en moyenne de 0,25 %.

Nous avons obtenu, en faisant $t = 0$ dans la formule (3), la valeur absolue de E pour l'origine des températures; on trouve $E_0 = -1{,}31$ millivolts.

Nous avons calculé, enfin, l'approximation obtenue pour le calcul des températures par la formule (3). Sur le graphique, 1 millivolt est représenté par 5 millimètres; la lecture de E à la loupe se fait au $\frac{1}{4}$ de millimètre; l'erreur absolue possible vaut donc $\frac{1}{20}$ de millivolt, sur chaque lecture; et l'erreur relative sur t, vaudra 1.113 fois moins que l'erreur relative sur E; les calculs effectués avec les diverses valeurs de E, nous ont conduit à une approximation moyenne de 0,33 % jusqu'à 300°; et 0,12 % de 300° à 700° (limite supé-

[1] H. Pécheux : *Sur la thermo-électricité du nickel* (influence des métaux étrangers) ; *C. R. Acad. Sciences* (7 octobre 1907).

rieure d'emploi de ce couple, indiquée par le constructeur, en raison de l'altération du constantan à partir de 800°). En définitive, les évaluations des températures sont obtenues à 0°,75 près jusqu'à 300°, et à 0°65 de 300° à 700°.

Le couple constantan-nichrome, à soudure bien recuite, constitue donc un élément sensible, et très comparable à lui-même comme nous l'avons vérifié à plusieurs reprises.

d) *Applications du couple.* — En raison de ses qualités que nous venons d'exposer, nous avons fait servir le couple constantan-nichrome à la graduation d'un autre couple de construction assez récente, de constantan-cuivre (établi en 1929).

A cet effet nous opérions comme il suit (fig. 3).

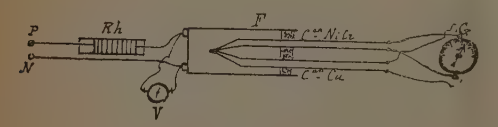


Fig. 3.

Le couple constantan-nichrome (servant d'étalon (était disposé à côté du couple à essayer, dans l'enceinte d'un four cylindrique F à résistance électrique; les 2 soudures chaudes ayant été rapprochées et maintenues au contact à l'aide de papier d'amiante; les fils des couples, bien séparés, traversaient un tampon d'amiante qui fermait le four; un rhéostat *Rh* à curseur mobile permettait de régler l'entrée du courant du secteur dans le four, réglage vérifié par le voltmètre V; enfin, un galvanomètre G très résistant (du type Deprez-D'Arsonval construit par Poulenc frères, apériodique et à cadre mobile) était disposé près des soudures froides des couples, auxquelles il pouvait être connecté, à volonté; résistance du galvanomètre :

R = 43.143 ohms; le cadran est gradué de 0 à 45 millivolts; on peut évaluer le $\frac{1}{5}$ de millivolt (à la loupe). Voici la méthode employée (fig. 3) :

Le galvanomètre était relié au couple-étalon, et l'on chauffait le four sous 115 volts, tension qui était maintenue pendant une minute afin de permettre aux soudures chaudes de prendre la température du four; on coupait le courant, et on laissait refroidir (refroidissement lent, à cause du tampon d'amiante); on lisait le cadran à une division exacte, puis on débranchait rapidement le couple-étalon du galvanomètre, auquel on reliait immédiatement le couple essayé, et on lisait sur le galvanomètre, la f. é. m. de ce couple; on rebranchait ensuite le couple-étalon, on laissait refroidir quelque temps, on faisait une nouvelle lecture, suivie comme précédemment, et par le même procédé, d'une lecture correspondant au couple essayé. D'après la disposition des soudures, l'on conçoit que celles-ci demeuraient, à un instant quelconque à la même température.

Après avoir obtenu quelques valeurs de E au couple-étalon, traduites en températures à l'aide du graphique, l'on avait les valeurs correspondantes de la f. é. m. du couple soumis à l'essai; et pour étendre l'échelle des mesures, nous avons évalué directement les f. é. m. du couple-étalon, et celles du couple constantan, en immergeant les soudures chaudes dans un bain de paraffine dure à l'ébullition, et dans la zone la plus claire de la flamme d'une lampe à alcool; des nombres relevés pour E avec le couple-étalon, et à l'aide du graphique, nous avons obtenu les différences de températures respectives : 362°,5 et 632°,5; pour le couple essayé, l'on avait dans le même ordre : E = 16,2 millivolts, et E = 32,5 millivolts.

Le tableau suivant reproduit les valeurs de E (millivolts) pour le couple essayé, correspondant aux températures fournies par le couple-étalon.

Tableau II. — *Forces électromotrices* E *(millivolts) du couple constantan-cuivre.*

t° (centigrades).	80°	108°	152°	194°	235°	275°	327°	362°,5	632°,5
E (millivolts).	2,50	3,25	5,10	7,25	9,33	1[illegible],33	14,30	16,20	32,5

Le graphique des f. é. m. de ce couple est tracé (fig. 2), en trait plein : l'on constate ainsi qu'il est un peu *au-dessous* du couple de 1908, lequel est donc plus sensible.

Le calcul des pouvoirs thermo-électriques, fait à l'aide des nombres relevés sur le graphique, indique un changement d'allure de la courbe de E, vers la température $t = 254°$, où se produit une modification moléculaire du constantan.

N. B. — Les différences observées dans l'allure des courbes constantan-cuivre tiennent à une composition différente de l'alliage constantan, lequel peut renfermer des traces de fer ou de cobalt, apportées par le nickel, qui n'est jamais entièrement pur.

Conclusion. — Il résulte, de l'examen comparatif des couples thermo-électriques qui vient d'être fait, que la construction moderne de tels éléments a eu pour effet de présenter une amélioration appréciable de la sensibilité, par suite de permettre des mesures plus approchées.

H. Pécheux,
Docteur ès sciences,
Lauréat de l'Institut.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Humbert (Pierre), *Professeur à l'Université de Montpellier.* — **Potentiels et prépotentiels**, avec une préface de Louis de Broglie, *Membre de l'Institut.* — 1 *vol. in-8° de* 80 *p. Librairie Gauthier-Villars, Paris. (Prix, broché :* 24 *fr.).*

Ce nouvel ouvrage de M. Pierre Humbert nous donne un exposé magistral des diverses généralisations mathématiques de l'équation de Laplace et du potentiel. Non seulement il est conçu selon un plan logique, aisé à suivre, mais il a le double mérite de la rigueur et de la clarté, sans compter qu'il comporte bon nombre de résultats d'un haut intérêt en raison de leurs applications possibles.

Dans le premier chapitre, consacré à l'équation de Laplace elle-même et à ses diverses solutions, l'auteur souligne l'importance, dans ce problème, des fonctions et des polynômes auxquels sont attachés les noms de Lainé, Mathieu, Gauss, Legendre, Bessel, etc.

Dans le second chapitre, il étudie la première des généralisations de l'équation de Laplace : son extension à l'hyperespace, puis indique comment on en trouve des solutions particulières en introduisant les fonctions d'Appell à deux variables, et leurs cas de dégénérescence.

Le prépotentiel, qu'aborde le chapitre III, n'est autre que le potentiel correspondant à une attraction non newtonienne. Le cas le plus intéressant est le prépotentiel plan, étudié par Green et Cayley, où la surface attirante est plane et l'attraction est une puissance quelconque de la distance. Là encore, comme le montre M. Pierre Humbert, les solutions dépendent de fonctions qui sont des extensions de celles de Lainé ou de Legendre. D'autres cas particuliers sont aussi discutés : la surface attirante est une sphère, où l'attraction est une fonction plus compliquée. Certaines des équations auxquelles on est alors conduit sont d'ordre supérieur au second.

Ce sont des équations de ce genre que nous trouvons dans le chapitre IV, telle l'équation du troisième ordre découverte par M. Pierre Humbert et à laquelle on donne son nom, équation qui conduit à définir un opérateur laplacien du troisième ordre Δ_3.

M. Louis de Broglie a écrit pour cet ouvrage une très jolie préface dans laquelle il met bien en valeur combien les questions traitées par l'auteur intéressent à la fois l'analyse et la physique. De fait, entre les progrès des mathématiques et ceux des théories physiques, l'interraction est continuelle, devenant sans cesse plus intime et plus féconde.

Jean-Louis Destouches.

2° Sciences chimiques.

Marshall (C. E.). — **Colloïds in agriculture.** — 1 *vol. in-16 de 184 pages. Edward Arnold et Cie, Londres.*

Le sol renferme de nombreuses substances à l'état colloïdal, d'origine minérale comme l'argile, la silice, divers oxydes, etc..., ou organique comme les produits humiques. Ces substances, qui existent le plus souvent à l'état de gels, mais peuvent passer partiellement à l'état de solutions colloïdales sous l'influence des eaux pluviales, jouent un rôle important dans les diverses transformations du sol qui interviennent dans un grand nombre de pratiques agricoles. D'où l'intérêt que présente l'étude du sol envisagé du point de vue des propriétés colloïdales de ses constituants. C'est cette étude que l'on trouve dans l'ouvrage récent de M. Marshall qui mérite d'attirer l'attention des agronomes.

L'auteur commence par rappeler sommairement les notions indispensables de physico-chimie colloïdale : nature et formation des colloïdes, propriétés des petites particules en suspension, propriétés des couches superficielles, floculation des colloïdes, etc... Dans la seconde partie de l'ouvrage, consacrée aux colloïdes du sol, il envisage le rôle des colloïdes dans les processus dont les divers sols sont le siège et sur la structure de ces sols. L'ouvrage se termine par quelques considérations relatives au rôle des colloïdes dans la vie des plantes et des animaux; après avoir passé en revue les principaux colloïdes présents dans les organismes vivants, l'auteur expose quelques données relatives à la structure des divers colloïdes d'origine végétale ou animale : fibres naturelles, cellulose, protéines; il étudie ensuite le lait et ses dérivés et termine par quelques indications relatives à l'influence qu'exercent sur la végétation les poussières et les particules en suspension présentes dans l'air surtout au voisinage des grandes villes. L'ouvrage renferme un assez grand nombre de renseignements bibliographiques qui permettent au lecteur de se reporter aux travaux originaux publiés dans le domaine envisagé, et qui constituent une source précieuse de documentation.

A. Boutaric.

3° Sciences naturelles.

Beloussoff (W.). — **Les problèmes de la Géologie et de la Géochimie de l'Hélium.** — 1 *vol. in-8° de 38 pages. N° 299 des* « Actualités Scientifiques et Industrielles ». *Hermann et Cie, éditeurs. Paris,* 1935. *(Prix : 10 fr.).*

Décelé tout d'abord dans le spectre de la chromosphère solaire en 1868, l'hélium ne fut trouvé sur la

Terre qu'en 1895. Son utilisation en aéronautique le fit ranger au nombre des matières minérales utiles; on en rechercha les gisements.

Comme on le sait, l'hélium est un produit de désintégration des substances radioactives. Il se trouve d'abord inclus dans les minéraux, puis s'en échappe peu à peu. L'étude des grands gisements des Etats-Unis a permis de grouper des observations importantes : les gisements d'hélium sont localisés dans des grès et arkoses provenant de la destruction des granites anciens sous-jacents. L'hélium provient des éléments radioactifs contenus dans le granite; il s'accumule dans des zones dont le régime tectonique est calme.

On étudie actuellement la question des relations existant entre l'hélium et les hydrocarbures.

Le livre de M. W. Beloussoff est une bonne mise au point, résumant 30 ans de travaux sur une question très peu connue des géologues.

R. Furon.

***

Blondel (F.). — La Géologie et les Minerais des vieilles plates-formes. — 1 *vol. in-8° de* 303 *pages*, 59 *figures*. Publications du Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales. *Paris*, 1936.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à la géologie des vieux boucliers. M. F. Blondel passe en revue l'Amérique du Nord, le bouclier baltique, la plate-forme russe, la Sibérie et la Chine, les fragments de la Gondwanie (Afrique, Madagascar, Inde péninsulaire. Australie, Amérique du Sud). C'est une série de bonnes mises au point, judicieusement illustrées, qui permet ensuite de mettre en évidence certains caractères géologiques communs à toutes les régions décrites. Partout, le Précambrien se divise en deux séries : un socle cristallin gneissique et une série plus jeune semi-métamorphique. Le tout est ordinairement très plissé et surmonté en discordance par une série de couverture, de type épicontinental non métamorphique et plus ou moins horizontale.

La question minière est traitée dans la seconde partie selon deux méthodes, géologique et statistique. La relation entre la géologie et la métallogénie existe pour tous les types de gisements. Les principaux gisements du monde étant étudiés ainsi que les données statistiques, on en peut tirer les conclusions suivantes : les régions de « socle cristallin » sont pauvres en produits minéraux utiles; la « série semi-métamorphique » contient en abondance du fer, du nickel, du chrome, de l'or, du diamant, du cuivre, du manganèse la « série de couverture » a le monopole du charbon et du pétrole et des gisements importants de diamant, plomb, cuivre et zinc.

La Bibliographie terminale est curieusement éloquente et sa lecture nous incite à remercier M. Blondel d'avoir fait en sorte qu'il y ait un ouvrage français traitant de questions qui ont la plus grande importance pour l'étude et la mise en valeur de notre empire colonial. R. Furon.

***

Brajnikov (B.). — Pétrographie et Rayons X. — 1 *vol. in-8°*, 39 *pages. N°* 347 *des* « Actualités Scientifiques et Industrielles ». *Hermann et Cie, éditeurs. Paris*, 1936. *(Prix : 12 fr.).*

Les roches éruptives, sédimentaires et métamorphiques, les sols et les produits d'altération des roches sont étudiés par les pétrographes au moyen de différentes méthodes (optique, physique, chimique). Seule, chacune de ces méthodes ne peut satisfaire aux exigences du pétrographe. En particulier, l'étude des argiles et des schistes demande d'autres méthodes.

Dans la seconde partie de son étude, M. Brajnikov expose clairement les principes et la technique de la méthode de diffraction des rayons X, puis leurs applications à la pétrographie. La méthode n'est pas encore au point, mais les résultats déjà obtenus dans l'étude des roches argileuses permettent de penser que nous sommes en présence d'une acquisition de grande importance.

R. Furon.

***

Gignoux (M.). — Géologie stratigraphique. 2e édition, — 1 *vol. in-8° de* 710 *p.*, 145 *fig. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1936. *(Prix, broché 95 fr.).*

La deuxième édition de la « Géologie stratigraphique » de M. Gignoux vient de paraître. La première édition (1926) étant entre les mains de tous les géologues, il n'y a pas lieu de présenter un ouvrage classique, mais de signaler les modifications apportées à la nouvelle édition.

La nouvelle édition est en effet remaniée et très augmentée. Beaucoup de chapitres sont modifiés et mis à jour, d'autres sont entièrement nouveaux. Dès l'Introduction, un chapitre nouveau étudie la sédimentation en fonction de la géographie et de la tectonique. Citons ensuite, au Primaire : le Cambrien de la zone géosynclinale méditerranéenne, le Silurien de la Méditerranée, le Dévonien des Massifs rhénans d'Allemagne, le Carbonifère de Sarre et Lorraine, le Permien de Russie; le Permo-Carbonifère des mers mésogéennes, le Continent de Gondwana; au Secondaire : le Trias alpin et la face de la Terre au Jurassique, le Crétacé de l'Afrique du Nord; au Tertiaire : le Nummulitique des Alpes et de l'Afrique du Nord, le Néogène de l'Europe orientale. Le chapitre « Quaternaire » est entièrement renouvelé.

M. Gignoux se défend d'avoir écrit un ouvrage de documentation complète, ayant préféré la clarté à la précision des détails. Commençant par une pensée de Pirandello et se terminant sur un chant wagnérien, le livre de M. Gignoux est écrit dans une langue alerte. L'agrément et la facilité de la lecture sont augmentés par le choix judicieux des caractères typographiques et de l'illustration. Pour ne point surcharger l'ouvrage, l'auteur a volontairement réduit les références bibliographiques à un choix de publi-

cations soit importantes, soit récentes, montrant les progrès réalisés depuis dix ans dans la connaissance stratigraphique des régions étudiées. Un index géographique permet de retrouver aisément tout ce qui concerne une région.

Le succès de la deuxième édition sera au moins égal à celui de la première; un nombre accru de lecteurs se trouvera parmi tous ceux que la Géologie intéresse : amateurs, étudiants et spécialistes.

R. FURON.

4° Art de l'Ingénieur.

Bousquet. — Construction des écoles primaires élémentaires. — *E. Thézard et fils, éditeurs, à Dourdan (S.-et-O.).*

De nombreux groupees scolaires neufs, conçus et agencés à la moderne, ont été construits ces dernières années, et de nombreux autres sont prévus dans les prochains plans de grands travaux. L'ouvrage de M. Bousquet pourra donc être de la plus grande utilité pour ses confrères architectes.

Il y énumère d'abord tous les règlements administratifs y afférents, ne se faisant pas faute de les critiquer, quand nécessaire, et toutes les formalités auxquelles est soumis un projet de construction d'école.

La partie technique de son ouvrage étudie les dispositions et dimensions à donner aux divers locaux, les matériaux à employer, les solutions à apporter aux importants problèmes de l'éclairage, du chauffage, de la ventilation, du mobilier spécial. Un appendice sur l'hygiène de l'écolier (jeux et sports) et sur l'art à l'école complète cette intéressante documentation.

Emile FABRÈGUE.

***

Guide de l'eau et de l'assainissement. *(Prix : 60 fr.).*
Guide de la vapeur et de la chauffe industrielle. *(Prix : 65 fr.). - Editions Olivier Lesourd, 3 bis, rue Roussel, Paris-XVIIe.*

On ne saurait assez louer les services que rendent aux spécialistes les guides monographiques sur les branches principales des travaux de bâtiment ou d'urbanisme.

La question de l'*Eau potable* et de l'*Assainissement* est une des plus importantes parmi celles que pose l'organisation de notre pays. Le guide correspondant en fournit tous les éléments techniques (recherche, forage, captage, adduction et distribution de l'eau potable, évacuation et épuration des eaux usées) et tous les renseignements administratifs utiles pour les demandes d'autorisation et le financement des travaux.

La *vapeur d'eau* est l'âme de la chauffe industrielle, qu'elle doive être utiilsée pour des besoins de fabrication ou de chauffage, ou qu'elle soit employée à la production d'énergie électrique. Le guide, préfacé par Rauber, Directeur à l'Union d'Electricité, en détaille toutes les propriétés techniques, ainsi que les processus de fabrication et d'utilisation, et fournit toute la réglementation administrative correspondante.

Ces deux guides sont des auxiliaires précieux pour les techniciens auxquels ils s'adressent.

Emile FABRÈGUE.

5° Divers.

Painlevé (Paul). — **Paroles et Ecrits, publiés par** la Société des Amis de Paul Painlevé. — 1 *vol. de* 627 *pages. Rieder, éditeur, Paris,* 1936. *(Prix :* 20 *fr.).*

Ce beau livre, présenté par Pierre Appell et très intelligemment composé par Raymond Arasse, élève à l'Ecole normale supérieure, contient une soixantaine de morceaux choisis dans les œuvres de P. Painlevé, ayant trait à la science et à la philosophie des sciences, à l'aviation, à l'action politique et sociale, à des portraits de savants et de politiciens. L'ouvrage est divisé en sept parties correspondant aux principales époques de la vie du grand homme.

Paul Langevin, dans un exposé magistral de la mathématique contemporaine, situe et met en relief l'importance de l'œuvre de P. Painlevé et nous a montré comment les fonctions différentielles engendrent celles, dites transcendantes et spécialement les nouvelles qui ont été l'objet de la thèse de P. Painlevé. L'intention géniale du grand mathématicien, encore tout jeune, avait été d'avoir compris que l'individualité d'une fonction et sa destination, résident dans ses singularités, et qu'il suffit de connaître celles-ci, qui peuvent être en nombre plus ou moins limité, pour être renseigné sur tout l'ensemble de la fonction. Ces considérations lui avaient permis d'apporter des éclaircissements notables aux doctrines de Fuchs et de H. Poincaré. Les études, développées d'abord avec un succès étonnant du point de vue théorique, avaient été ensuite appliquées par leur auteur, avec des résultats fructueux du point de vue pratique, à la mécanique céleste et rationnelle et surtout à l'aérodynamique.

Jean Perrin, avec une émotion sincère et beaucoup de finesse dans les appréciations, évoque les étapes de la vie de P. Painlevé et nous le montre comme une des individualités les plus exemplaires du génie français. Pour les lecteurs de cette Revue, il convient de rappeler surtout que P. Painlevé fut parmi les premiers à donner de son talent et de son courage à la réussite des premiers essais de l'aviation et qu'on lui doit l'initiative de la fondation de l'Ecole Supérieure de l'Aéronautique, sans parler de ses efforts, tant politiques que scientifiques, pour l'essor de la puissance aéronautique mondiale.

G. MALFITANO.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Août 1936 (suite).

3° SCIENCES NATURELLES (*suite*). — M. **Lucien Daniel** : *L'hérédité acquise chez le Poireau bulbifère.* La propriété bulbifère qui était apparue par la culture à la lumière atténuée chez quelques exemplaires de Poireau, a pu se maintenir, mais de façon très inégale, à la fois par la reproduction sexuée ou par la multiplication végétative. C'est un exemple de plus de l'hérédité d'un caractère acquis qui s'ajoute à ceux déjà signalés par l'auteur chez d'autres plantes vivaces par leurs organes souterrains, telles que le Topinambour et le Pissenlit. — M. **Charles Dhéré** et **Oscar Biermacher** : *La feuille de Géranium vivante émet un rayonnement de fluorescence qui s'étend dans l'infrarouge jusqu'à λ 830 mμ.* — MM. **René Wolff, Maurice Rangier** et Mlle **Andrée Bourcuard** : *Sur les relations existant entre le magnésium du muscle et la chronaxie.* 1° L'étude comparée des trois groupes de muscles de grenouille, gastrocnémiens, tibiaux antérieurs et demi-membraneux, fait apparaître la constance en magnésium d'un muscle donné, rapporté au poids sec, contrastant avec des imbibitions très variables. Cet élément est donc lié à la fibre musculaire et il y a lieu de le rapporter au poids sec. 2° Le taux du magnésium est d'autant plus élevé que la chronaxie est plus abaissée. L'élévation de la teneur en co-ferment minéral des muscles rapides met en évidence un rapport étroit entre l'intensité de la glycolyse et l'activité fonctionnelle du muscle. On observe des variations identiques pour les muscles de l'*Astacus fluviatilis* 3° Les relations observées entre la chronaxie et le magnésium musculaire ne gardent leur valeur que pour des muscles d'animaux d'une espèce donnée.

Séance du 18 Août 1936.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **V. Volterra** : *Le principe de la moindre action en biologie.* En partant de considérations sur la population d'une espèce et son accroissement élémentaire, l'auteur met en évidence l'existence d'un principe de la moindre action vitale. — M. **H. Auerbach** : *Sur la représentation analytique des groupes de Lie.* — M. **C. Jacob** : *Sur un jet gazeux.* — M. **J. Kravtchenko** : *Les problèmes de représentation conforme de Helmholtz ; théorie des sillages et des proues en fluide limité par une ou deux parois planes.* — M. **G. Arrighi** : *Les mouvements d'un corps déformable associés aux champs électromagnétiques généraux.* Un mouvement irrotationnel est associé à un champ électrique général, un mouvement stationnaire à un champ magnétique général, un mouvement irrotationnel et stationnaire à un champ électromagnétique nul.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **Ny Tsi-Zé** et **Weng Wen-Po** : *Sur le spectre d'absorption du potassium.* Les auteurs ont observé à 500°, 650° et 700° des raies et bandes nouvelles, qu'ils ont classifiées en séries avec celles déjà connues. — MM. **H. Longchambon** et **G. Migeon** : *Sur les sépiolites.* Les propriétés physiques et chimiques de trois échantillons très purs conduisent à les considérer comme des corps à structure fibreuse d'amphibole, et non à structure de phyllite du type de celle des micas comme le voudrait M. J. de Lapparent.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Robert Lafitte** : *Le Néocomien dans l'Aurès (Algérie).* — Mlle **Maria Lejeune**: *Sur un moyen d'isoler les microfossiles inclus dans les silex.* — MM. **Théodore Solacolu** et **Demetre Constantinesco** : *Action de l'acide β-indolylacétique sur le développement des plantules.* Les expériences ont porté sur des plantules et des fragments de plantules de *Ricinus communis* et surtout de *Phaseolus vulgaris*. L'acide β-indolylacétique (ou hétéroauxine) empêche, à une certaine concentration, le développement de la radicule et de la gemmule. Cette substance produit des tumeurs au niveau du collet ou bien tout le long de l'axe hypocotylé, dues à une prolifération des tissus superficiels et des méristèmes internes qui donnent naissance à de nombreuses radicelles. Ce processus de tuméfaction modifie le plan d'orientation des tissus, qui prennent la forme de filaments mycéliens. Il existe une corrélation entre le déclenchement des processus de restitution ou ceux de prolifération et la concentration du milieu en acide β-indolylacétique. — MM. **M. Sureau** et **P. Grandadam** : *Dosage spectrophotométrique de l'α-œstrone et de ses dérivés.* Les auteurs ont utilisé la méthode décrite par MM. Chevallier et Dubouloz. Ils ont pu ainsi réaliser des spectres étalons de corps purs (α-œstrone; dihydro-α-œstrone; benzoate de dihydro-α-œstrone). Ces spectres ont permis les dosages de ces corps dans certains extraits de liquides biologiques. En particulier ils ont permis le dosage de l'α-oestrone dans les extraits d'urine de femme enceinte. Le résultat est connu avec une précision de ± 2 pour 100 ; l'opération se fait en un quart d'heure.

Séance du 24 Août 1936.

M. **P.-A. Dangeard** lit une notice sur M. C. Sauvageau.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **M. Biernacki** : *Sur les fonctions multivalentes d'ordre p.* — MM. **P. Bourgeois** et **J. F. Cox** : *Sur l'origine des comètes.* Les auteurs signalent un certain nombre de faits qui s'interprètent facilement par la théorie de l'origine galactique de la matière cométaire, et qui la confirment. — MM. **J. Dufay** et **H. Grouiller** : *Proportion de lumière polarisée dans la couronne solaire.* La proportion de lumière polarisée est pratiquement indépendante de la longueur d'onde dans toute la région spectrale étudiée. Elle atteint un maximum voisin de 0,26 vers 10' du bord, et ce maximum est très plat. — M. **J. Chazy** : *Sur le calcul approché de la précession des équinoxes.*

2° Sciences physiques. — M. **J. Mariani** : *La loi de gravitation et le déplacement parallèle.* L'auteur démontre que la loi einsteinienne de la gravitation dans le vide se déduit de la loi différentielle du mouvement d'un point matériel dans un champ de gravitation quelconque qu'il a démontrée antérieurement. — M. **R. Lucas** : *Sur l'absorption des ondes élastiques dans les fluides.* L'auteur montre le rôle important des fluctuations de composition du liquide dans la grandeur de l'absorption. Dans le cas d'un liquide *pur*, on peut préciser le rôle des fluctuations de densité d'après la théorie de Stokes et montrer que ces fluctuations peuvent entraîner une augmentation notable du coefficient d'absorption. — MM. **Ny Tsi-Ze** et **Fang Sun-Hung** : *Sur la vibration transversale circulaire d'un cylindre creux de quartz.* Un cylindre qui vibre en trois segments a un coefficient de température positif, et celui qui vibre en six segments a un coefficient négatif. Pour un cylindre dont le rapport r/R est très voisin de 0,5, le coefficient de température est seulement de quelques dix-millionièmes par degré à la température ambiante; il devient pratiquement nul dans un intervalle de 10° au voisinage de 45°, puis il change de signe quand la température s'élève.

3° Sciences naturelles. — M. **Edouard Roch** : *Sur une zone d'accidents principalement à noyaux de roches éruptives dans le Haut-Atlas, à l'Est de Marrakech.* — MM. **Paul Bertrand** et **Paul Corsin** : *Sur l'indépendance relative des grands groupes de végétaux vasculaires.* D'après les auteurs toutes les grandes classes de végétaux vasculaires : Psilotales, Lycopodiales, Sphénophyllales, Equisétale, Filicales, Ptéridospermées, Conifères, Angiospermes, etc... sont indépendantes les unes des autres. La présente note contient une démonstration de cette indépendance établie par deux méthodes : la première fondée exclusivement sur l'anatomie et l'ontogénie des organes supports (tiges et pétioles), la seconde basée sur l'organisation de l'appareil reproducteur. Ces deux méthodes aboutissent au même résultat : l'évolution n'a pu s'exercer qu'à l'intérieur de groupes bien délimités et, quelque brillant qu'ait été leur épanouissement, tous les rameaux d'un groupe donné sont destinés à s'éteindre un jour sans donner de nouvelle descendance. — MM. **Henri Hérissey** et **Gabriel Poirot** : *Extraction des feuilles de* Viburnum Tinus *L. d'un principe immédiat cristallisé, le viburnitol.* — M. **Jacques Benoît** : *Hypertrophie du foie chez le Canard thyroïdectomisé. Rôle de la préhypophyse dans son enrichissement en lipides.* La thyroïdectomie entraîne, chez le Canard une forte augmentation pondérale du foie; augmentation qui est moins accusée après injection de thyroxine mais qui est au contraire accentuée si l'on injecte de l'extrait préhypophysaire. La thyroïdectomie augmente notablement la teneur du foie en lipides totaux ($\times$ 4 fois) ; le phénomène est moins marqué après administration de thyroxine ($\times$ 1,3 seulement) mais est considérablement augmenté après injection d'extrait préhypophysaire ($\times$ 20). On peut donc penser que le fonctionnement thyroïdien entrave et que la sécrétion préhypophysaire au contraire favorise l'engraissement du foie. — M. **Léon Velluz** : *Action neutralisante,* in vitro, *du sulfure de carbone sur la toxine tétanique.* L'inoculation d'un mélange de toxine tétanique et de sulfure de carbone, préparée comme il est indiqué dans la présente note, est inoffensive pour le Cobaye. Elle détermine chez l'animal, une forte immunité contre ladite toxine. Le caractère précoce et les taux successifs de l'immunité obtenue par ce thiovaccin sont, dans une certaine mesure, inusités.

Séance du 31 Août 1936.

1° Sciences mathématiques. — M. **V. Volterra** : *Sur la moindre action vitale.* L'auteur démontre par une autre voie que précédemment l'existence d'un minimum effectif de l'action vitale, ce qui constitue le principe de la moindre action en biologie. — M. **N. A. Slioskine** : *Sur la théorie du mouvement plan d'un liquide visqueux.* — M. **J. Valensi** : *Ailes d'avion ; influence de la forme du bout de l'aile sur les phénomènes narginaux.*

2° Sciences physiques. — M. **L. de Broglie** : *La théorie du photon et la mécanique ondulatoire relativiste des systèmes.* — MM. **J. Cabannes** et **H. Garrigue** : *Un phénomène de photo-luminescence dans la haute atmosphère : l'excitation par la lumière solaire de la raie 6300 Å de l'oxygène.* Cette luminescence paraît maximum vers 105-110 km. de hauteur ; elle a pu être observée jusque vers 1000 km. Elle persiste pendant toute la nuit à 1/10e environ de sa valeur. — M. **R. Lacau** : *Sur la mise en liberté d'une huile jaune dans les mélanges de goudron et de bitume.* L'auteur a observé la formation de cette huile sur les mélanges de goudron et de bitume de pétrole. Elle a une densité égale ou supérieure à 1,08 ; c'est un constituant non du bitume, mais du goudron de houille. — M. **J. de Lapparent** : *Parenté des corps de la série sépiolite-attapulgite avec les silicates phylliteux du type mica.* Il existe entre les micas et les attapulgites des intermédiaires tels que les glauconies, dont Gruner a démontré qu'elles sont des phyllites du type mica. Les corps de type mica, phylliteux, forment donc une série de minéraux dont on pourrait imaginer qu'ils sont des sels plus ou moins basiques de l'acide orthosilicique.

3° Sciences naturelles. — M. **Lucien Cayeux** : *Le microplankton des phosphates de la Tunisie et de l'Est algérien.* Les phosphates en question renferment une masse considérable de microorganismes de surface ; c'est la première fois, en effet, qu'on peut observer le microplankton des mers anciennes avec une pareille richesse et une aussi grande diversité. Une des principales caractéristiques de ce microplankton est la présence de Radiolaires fixés à l'état embryonnaire dans les grains de phosphates. On y trouve également des Radiolaires de taille normale, qui, comme les individus embryonnaires, se réclament des *Spumellaria.* — M. **G. Zbyszewski** : *Sur l'extension des terrains antédévoniens au milieu de la série éruptive de Beja (Portugal).* — M. **Raymond Furon** : *Premiers résultats d'une exploration géologique du Grand Désert Iranien.* 1° Le sel et le gypse qui recouvrent partiellement les terrains récents de la cuvette centrale (680 m.) proviennent du lessivage des grès et marnes salifères de l'Oligo-miocène qui est abondamment représenté. 2° Les terrains découverts

comportent le Précambrien, le Dévonien, l'Anthracolithique à Fusulines, complètement inconnu dans la Perse centrale, le Lias à végétaux et le Nummulitique fossilifère. 3° La présence de ces terrains dans l'Iran central, leur localisation et leurs plissements sont de nature à modifier les vues antérieures sur la structure du Plateau Iranien. — MM. **Maurice Rose** et **Henri Berrier** : *Sur la répartition topographique de substances fonctionnant comme les auxines végétales, chez le jeune têtard de* Discoglossus pictus *Otth*. Les substances qui fonctionnent comme les auxines végétales ont une répartition homogène dans l'embryon non éclos. Leur répartition devient hétérogène chez le têtard qui vient de naître ; dans le têtard de quelques jours, elles semblent se localiser presque uniquement dans la tête. — M. **Léon Velluz** : *Action neutralisante,* in vitro, *des sénévols sur la toxine tétanique*. Les injections de mélanges de toxine tétanique et de sénévols (isosulfocyanates de phényle et d'allyle) sont inoffensives pour le lapin et le cobaye ; elles déterminent, à des doses assez restreintes, une immunité antitoxique intense. On sait que le sulfure de carbone possède des propriétés antitoxiques comparables ; de plus ce sulfure et les sénévols ont la même aptitude de former des thio-urées à partir des amines. On peut donc penser que les corps sulfurés mis en œuvre inactivent la toxine tétanique par une réaction chimique bien définie : blocage de certains groupes aminés et formation correspondante d'urées sulfurées. La toxicité du poison tétanique serait, à l'exclusion du pouvoir antigène, sous la dépendance essentielle de quelques fonctions basiques. — M. **Georges Bourguignon** et Mlle **Renée Déjean** : *Variations de la chronaxie vestibulaire dans l'hémiplégie avec ou sans aphasie*. Les lésions centrales de l'hémiplégie, avec ou sans aphasie, modifient les chronaxies vestibulaires, comme dans tous les troubles du fonctionnement cérébral. Cette action s'exerce sur les deux côtés. Ce fait confirme l'existence de relations de chaque labyrinthe avec les centres des deux côtés. L'action des lésions centrales de l'hémiplégie est différente suivant qu'elle s'accompagne ou non d'aphasie. Quand il n'y a pas d'aphasie la variation est égale des deux côtés. Quand il y a aphasie, la variation est toujours plus importante que quand il n'y en a pas et il y a prédominance de l'action de l'hémisphère gauche sur l'hémisphère droit. — MM. **Charles Flandin, Pierre Baranger** et **Jean Ragu** : *Essai de traitement de la lèpre par un complexe nouveau de chaulmoogra et de cholestérol, permettant l'injection intraveineuse à haute dose de dérivés chaulmoogriques*. L'action de ce produit se caractérise : dans les formes jeunes ou aiguës, par un arrêt évolutif ; dans les formes anciennes, trophoneurotiques, par une stabilisation ; toujours, par une disparition rapide du bacille ; surtout par une rapidité d'action et une innocuité qui permettent d'espérer un réel progrès dans le traitement de la lèpre.

Séance du 7 Septembre 1936.

Sciences mathématiques. — M. **N.-A. Slioskine** : *La rotation d'une cavité remplie d'un liquide visqueux*. — M. **P. Muller** : *Sur la liaison gravimétrique Paris-Strasbourg*. Elle a été effectuée avec le matériel de Defforges au moyen de 4 séries d'observations à Strasbourg encadrant 3 séries à Paris. On en déduit que g (Paris) — g (Strasbourg) $= +47$ milligals, différence déjà obtenue par Sterneck.

2° Sciences physiques. — M. **A. Boutillier** : *Etude des anomalies dilatométriques dues aux forces extérieures dans les alliages cuivre-aluminium de 7 à 16 % d'Al*. L'auteur classe les anomalies qu'on peut rencontrer le long des courbes dilatométriques en : 1° anom. de changement d'état, correspondant à une variation de la densité ou de la loi de dilatation ; 2° anom. de plasticité, fonction du temps et liées aux forces extérieures ; 3° anom. non attribuables aux causes précédentes. L'auteur a réussi à isoler et étudier à part les anomalies du groupe 2. — MM. **H. Gault** et **L.-A. Germann** : *Sur la méthylène-2-butanol-1-one-3*. Les auteurs indiquent deux nouveaux modes d'obtention de ce cétol, par condensation avec la formaldéhyde soit de la butanolone, soit de la méthylvinylcétone.

(A suivre.)

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 27 Février 1936.

W. R. Graham Jun., H. D. Kay et **N. R. Mc Intosh** : (1) *Méthode pratique pour obtenir du sang artériel bovin*. **W. R. Graham, Jun., T. S. G. Jones,** et **H. D. Kay**. (2) *Les précurseurs de la graisse du lait et des autres constituants du lait dans le sang de la Vache en lactation*. Jusqu'à présent, on a eu beaucoup de difficultés à étudier les phénomènes qui se passent dans la glande mammaire de la Vache pendant la sécrétion du lait ; en effet, on ne connaissait aucune méthode satisfaisante pour obtenir du sang artériel sans provoquer de sérieux troubles chez l'animal. Aujourd'hui, cette méthode est connue ; elle consiste en une ponction de l'artère iliaque interne à travers la paroi du rectum ; elle a permis d'obtenir les résultats suivants : 1. La graisse du lait de Vache dérive en général des acides gras, qui ne contiennent pas de phospholipines. 2. Les composés phosphorés du lait retirent leur phosphore du phosphate inorganique du plasma sanguin, et non pas des éthers phosphoriques, ou des phospholipines du sang. 3. De grandes quantités de sucre disparaissent du sang lors de son passage à travers la glande mammaire. 4. Le nombre d'unités de volumes de sang exigé pour produire une unité de volume de lait, est le même lorsqu'on le calcule soit en tenant compte des échanges d'acides gras et de phosphates inorganiques, soit en tenant compte des échanges de sucre entre le sang artériel et le sang veineux. — **L. E. Bayliss, R. J. Lytlgoe** et **Katherine Tansley** : *Quelques formes nouvelles du pourpre rétinien chez les Poissons de mer, suivi d'une note sur l'origine des cellules visuelles*.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 1-37